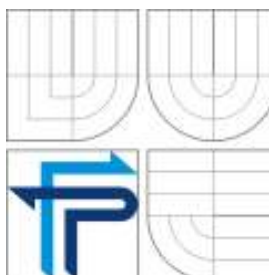




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV FINANCÍ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
INSTITUTE OF FINANCES

APLIKACE REGRESNÍ ANALÝZY NA VÝPOČET BODU ZVRATU

AN APPLICATION OF REGRESSION ANALYSIS TO BREAK EVENT POINT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. LIBUŠE MÍKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. KAREL DOUBRAVSKÝ, Ph.D.

BRNO 2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Míková Libuše, Bc.

Daňové poradenství (6202R006)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává bakalářskou práci s názvem:

Aplikace regresní analýzy na výpočet bodu zvratu

v anglickém jazyce:

An application of regression analysis to break event point

Pokyny pro vypracování:

Úvod
Vymezení problému a cíle práce
Teoretická východiska práce
Analýza problému a současná situace
Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá analýzou nákladů a výnosů z provozu stroje BAUER BG ve společnosti TOPGEO Brno, spol. s r.o.. Snahou je aplikovat teoretické poznatky z regresní analýzy v praxi. Na základě zjištěných nákladů a výnosů odhadnu pomocí regresní analýzy jejich budoucí hodnoty a tím odhalím bod zvratu z provozu stroje.

Abstract

This diploma work deals with costs and revenue of running machine BAUER BG in firm TOPGEO Brno, spol. s r.o. The essay is to apply the theoretic knowledges of regression analysis to practise. From the known costs and revenues I try to estimate their future value and then I will find the break event point.

Klíčová slova

Časové řady, regresní analýza, náklady, výnosy, bod zvratu.

Keywords

Time lines, regression analysis, costs, revenues, break event point.

Bibliografická citace práce

MÍKOVÁ, L. *Aplikace regresní analýzy na výpočet bodu zvratu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2008. 59 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Karel Doubravský, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že tuto bakalářskou práci na téma „Aplikace regresní analýzy na výpočet bodu zvratu“ jsem vypracovala samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským, ve znění pozdějších předpisů).

V Brně dne 20. května 2008

Podpis

Poděkování

Dovoluji si touto cestou poděkovat vedoucímu své bakalářské práce Ing. Karlu Doubravskému, Ph.D. za odborné vedení a podnětné připomínky, kterými přispěl k vypracování této práce. Dále děkuji společnosti TOPGEO Brno, spol. s r.o. za poskytnuté informace.

OBSAH

Úvod.....	9
1 Teoretická východiska práce.....	10
1.1 Časové řady	10
1.1.1 Charakteristiky intervalových časových řad	12
1.1.2 Rozložení časových řad.....	14
1.2 Regresní analýza	16
1.2.1 Lineární regresní model	18
1.2.1.1 Regresní přímka	18
1.2.1.1.1 Interval spolehlivosti pro regresní přímku	20
1.2.1.2 Kvadratická regresní funkce	22
1.2.2 Nelineární regresní model	24
1.3 Náklady a výnosy	25
1.3.1 Pojem náklady a jejich základní členění	25
1.3.1.1 Druhové členění nákladů.....	26
1.3.1.2 Účelové členění nákladů	26
1.3.1.3 Členění nákladů v závislosti na množství prováděných činností.....	27
1.3.1.4 Kalkulační členění nákladů	28
1.3.1.5 Přiřazování nákladů.....	28
1.3.1.5.1 Přímé náklady stavebního podniku	29
1.3.1.5.2 Nepřímé náklady stavebního podniku.....	30
1.3.2 Pojem výnosy a jejich členění.....	30
1.4 Bod zvratu	31
2 Hodnocení současného stavu.....	34
2.1 Představení společnosti	34
2.2 Organizační struktura	34
2.3 Předmět podnikání	37
2.4 Hlavní oblasti činnosti.....	37
2.5 Vedlejší oblasti činnosti	38
2.6 Profil společnosti.....	38

2.7	Cíle a vize společnosti.....	39
2.8	postavení společnosti na trhu	40
2.9	Kvalita a vztah k životnímu prostředí	40
2.10	Silné a slabé stránky společnosti.....	41
2.11	Zajišťování výrobních strojů a majetku	41
2.12	Představení strojů	42
3	Vlastní návrh na řešení bodu zvratu	44
3.1	Výpočet bodu zvratu pro stroj BAUER BG 18H.....	44
3.1.1	Regresní přímka výnosů.....	44
3.1.2	Kvadratický trend nákladů	46
3.1.3	Bod zvratu pro stroj BAUER BG 18H.....	48
3.2	Výpočet bodu zvratu pro stroj BAUER BG 40V	49
3.2.1	Regresní přímka výnosů.....	49
3.2.2	Regresní přímka nákladů.....	50
3.2.3	Bod zvratu pro stroj BAUER BG 40V.....	52
	Závěr.....	53
	Seznam literatury	54
	Seznam obrázků	57
	Seznam grafů	58
	Seznam příloh	59

ÚVOD

Toto téma jsem si vybrala, protože regresní analýza je jedna z metod, která se dá dobře využít v praxi. Dokáže se podle ní teoreticky odhadovat vývoj dat a tím zkoumat jejich budoucí závislosti a následky. Zároveň je výše nákladů a výnosů v současné době hlavním zájmem většiny podnikatelských subjektů.

V současné době existuje spousta postupů ke zjištění výkonnosti ekonomiky a finančního zdraví firmy. Nejčastěji se používá finanční analýza, která pracuje s daty z minulého zdaňovacího období a propočítává jednotlivé charakteristické ukazatele. Jiný způsob hodnocení situace ve firmě je pomocí statistiky. V této oblasti se pracuje se všemi známými hodnotami z více zdaňovacích období, které tvoří tzv. časovou řadu, pomocí níž můžeme nejen hodnotit současnou situaci, ale odhadovat i teoretický vývoj těchto hodnot do budoucna.

Cílem je vytvořit jednoduchý matematický model v programu MS Excel, který po zadání dostatečného množství dat vykreslí křivky nákladů a výnosů i do budoucích hodnot, a tím bude možné zjistit tzv. bod zvratu, nebo-li bod kdy se již nedosahuje zisku. Snahou je získat teoretický odhad data, kdy je vhodné se daného stroje zbavit, aby nebyl pro danou firmu ztrátový.

Tento výsledek bude prospěšný pro jakoukoliv firmu, která bude chtít zjistit rentabilitu nějakého zařízení. Je to vhodné zejména pro budoucí plánování a získávání informací, aby firma věděla, s čím má v brzké době počítat.

Výše zmíněný model jsem vytvořila přímo na dotaz stavební firmy, která ho následně využila jak pro předběžný výpočet data prodeje stroje, tak k teoretickému odhadu spotřeby pohonných hmot u jednotlivých strojů.

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

1.1 ČASOVÉ ŘADY

K popisu ekonomických a jiných jevů se nejčastěji používají časové řady. Časová řada by se dala definovat jako posloupnost pozorovaných dat, která jsou uspořádána v čase, a to od minulosti k současnosti. Nutnou podmínkou je shodnost věcné náplně ukazatele i jeho prostorové vymezení v celém sledovaném úseku.

Takto časově uspořádaná data se vyskytují ve všech možných vědeckých oblastech, ale můžeme se s nimi setkat i v každodenním životě. Pracuje s nimi biologie, fyzika, meteorologie, ale také se s časovou řadou setkáváme v medicíně, nejznámější je záznam EKG. V ekonomii potkáváme nejčastěji časové řady při analýze vývoje kurzů cizích měn, cen akcií na kapitálovém trhu a samozřejmě i při vývoji produkovaného množství a mnohé další.

Uspořádání dat do časových řad pomáhá odhalovat vztahy a zákonitosti v jejich vývoji a zároveň umožňuje odhadovat na základě těchto vztahů i jejich budoucí vývoj. Je nutné ale podotknout, že vývoj dat v časové řadě je vždy nejistý a nelze se stoprocentní jistotou jejich chování popsat matematickými vzorci.

Vzhledem k tomu, že existuje nepřeberné množství charakteristik a ekonomických ukazatelů, které mají různý charakter a udávají odlišné hodnoty, se kterými můžeme různě pracovat, existují i různé druhy časových řad.

Nejčastější dělení časových řad je na:

- **Intervalové**, tzn. časové řady, které uspořádávají intervalové ukazatele, tj. ukazatele, které udávají počet nově vzniklých a zaniklých věcí a je vhodné je sčítat za více období a tento součet má reálnou interpretaci. Příkladem intervalové časové řady jsou např. sňatky, rozvody, množství produkovaného zboží, výnosy a náklady z provozu v daném roce a mnohé další.
- **Okamžikové**, tzn. časové řady, které uspořádávají okamžikové ukazatele, tj. ukazatele, které udávají existenci věcí a událostí v daném okamžiku, a které po

sečtení nemají reálnou interpretaci. Příkladem okamžikové časové řady je např. počet žen v ČR, stav zásob k určitému datu a mnohé další.

Jedním z další členění časových řad je v závislosti na časovém horizontu měření. Rozlišujeme časové řady dlouhodobé, krátkodobé a vysokofrekvenční. Zobrazujeme-li data naměřená v ročních či delších časových úsecích jedná se o dlouhodobé časové řady, jsou-li data měřená v kratším období než je jeden rok, pak jde o krátkodobé časové řady a měřením v úsecích kratších než je jeden týden se zabývají vysokofrekvenční časové řady.

Jak již bylo zmíněno v úvodu mé práce, budu se zabývat výnosy a náklady z provozu strojů za jednotlivé období, tedy budu sestavovat krátkodobé intervalové časové řady. Z tohoto důvodu se nebudu dále zabývat okamžikovými časovými řadami.

Ke grafickému znázornění intervalových časových řad, které je potřebné pro snadnější orientaci, výpočet charakteristik a ke zhodnocení jak dosavadního tak budoucího vývoje, se používají sloupcové, hůlkové a spojnicové grafy. Já budu pracovat se spojnicovými grafy.

Při zpracování dat je nutné si uvědomit, že intervalové časové řady jsou ovlivněny různou délkou časového období (roční, čtvrtletní, měsíční, ...). Je nutné dbát, abychom pracovali se stejně dlouhými časovými intervaly, tedy abychom srovnávali jednotlivá data ze stejně dlouhých časových úseků. Tento proces úpravy se nazývá **očistění časové řady**.

„Cílem analýzy časové řady je většinou konstrukce odpovídajícího modelu. To umožní především porozumět mechanismu, na jehož základě jsou generovány sledované údaje (např. rozpoznat cyklické chování v objemu zemědělské produkce).“¹

¹ ZVÁRA, Karel. *Regresní analýza*. Praha : Academia, 1989. 245 s. ISBN - 80-200-0125-5. s 45.

1.1.1 CHARAKTERISTIKY INTERVALOVÝCH ČASOVÝCH ŘAD

K charakteristice časových řad pomocí jednoho čísla a zároveň jednou ze základních charakteristik je tzv. **průměr intervalové časové řady**, který se označuje \bar{y} a vypočítá se jako běžný aritmetický průměr, tj. označíme-li jednotlivé hodnoty v časových okamžicích y_i , pak průměr intervalové časové řady se vyjádří jako

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i, \quad (1)$$

kde n je počet sčítanců. Průměr intervalové časové řady vyjadřuje průměrnou hodnotu zkoumané veličiny.

Mezi další charakteristiky intervalových časových řad patří:

- **První difference** ${}_1d_i(y)$ - tento ukazatel vyjadřuje změnu hodnoty v určitém časovém okamžiku, tedy

$${}_1d_i(y) = y_i - y_{i-1}, \quad (2)$$

kde $i = 1, 2, 3, \dots, n$. Laicky řečeno, první difference udává meziroční přírůstky zkoumané hodnoty y_i . Pokud je první difference kladná, pak hodnoty y_i rostou, v záporném případě hodnoty y_i klesají.

- **Průměr prvních diferencí** $\overline{{}_1d_i(y)}$ - tento ukazatel vyjadřuje průměrnou změnu hodnoty časové řady za jednotkový časový interval, tedy

$$\overline{{}_1d_i(y)} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=2}^n {}_1d_i(y) = \frac{y_n - y_1}{n-1}, \quad (3)$$

kde $i = 1, 2, 3, \dots, n$. Jednoduše řečeno, průměr prvních diferencí udává průměrnou změnu hodnoty y za určité období. Je-li tato hodnota kladná, pak hodnoty v určitém časovém intervalu narůstají, v opačném případě klesají.

- **Druhá difference** ${}_2d_i(y)$ - tento ukazatel se zjišťuje pouze tehdy kolísají-li hodnoty první difference ${}_1d_i(y)$, tedy

$${}_2d_i(y) = {}_1d_i(y) - {}_1d_{i-1}(y), \quad (4)$$

kde $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

- **Koeficient růstu** $k_i(y)$ - tento ukazatel určuje rychlost změny hodnoty časové řady v určitém časovém okamžiku, tedy

$$k_i(y) = \frac{y_i}{y_{i-1}}, \quad (5)$$

kde $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

- **Průměrný koeficient růstu** $\overline{k(y)}$ - tento ukazatel určuje průměrnou změnu koeficientu růstu za jednotlivé časové období, tedy

$$\overline{k(y)} = \sqrt[n-1]{\prod_{i=2}^n k_i(y)} = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}}, \quad (6)$$

kde $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Tyto charakteristiky jsou vhodné zejména pro správné určení trendů, které budou popsány v další kapitole.

Tabulka 1: Informativní testy pro volbu trendové křivky

Trend	Informativní test
<ul style="list-style-type: none"> • lineární • kvadratický • exponenciální 	<p>první diference ${}_1d_i$ jsou přibližně konstantní,</p> <p>druhé diference ${}_2d_i$ jsou přibližně konstantní,</p> <p>logaritmy koeficientů růstu k_i jsou přibližně konstantní,</p>
<ul style="list-style-type: none"> • modifikovaný exponenciální 	<p>podíly prvních diferencí $\frac{{}_1d_i(y)}{{}_1d_{i-1}(y)}$ jsou přibližně konstantní,</p>
<ul style="list-style-type: none"> • logistický 	<p>průběh prvních diferencí je podobný normálnímu rozdělení,</p> <p>podíly $\left(\frac{1}{y_{i+2}} - \frac{1}{y_{i+1}}\right) / \left(\frac{1}{y_{i+1}} - \frac{1}{y_i}\right)$ jsou přibližně konstantní,</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Gompertzova křivka 	<p>podíly $\ln \frac{y_{i+2}}{y_{i+1}} / \ln \frac{y_{i+1}}{y_i}$ jsou přibližně konstantní.</p>

Zdroj: KROPÁČ.J. *Aplikovaná statistika 3. díl*. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2004. s. 36.

V praxi se tyto vyjmenované a další modely dělí na lineární regresní modely a nelineární regresní modely.

Jak jsme si však mohli všimnout, průměr prvních diferencí a průměrný koeficient růstu závisí vesměs pouze na první a poslední hodnotě pozorované veličiny této časové řady a proto tyto výsledky nezobrazují věrně skutečnost. Jedinou výjimkou je skutečnost, že průběh časové řady je monotónní.

1.1.2 ROZLOŽENÍ ČASOVÝCH ŘAD²

Časové řady rozdělujeme (nebo-li dekomponujeme) na několik dílčích složek časového pohybu. Tímto rozkladem docílíme přesnějšího popsání zákonitostí, které působí na vývoj časových řad. Hodnoty y_i časových řad rozkládáme na tyto složky:

- trendová složka T_i ,
- sezónní složka S_i ,
- cyklická složka C_i ,
- náhodná složka ε_i .

Základní složkou časové řady je trendová složka, ke které se přidávají ostatní složky. Tedy

$$y_i = T_i + S_i + C_i + \varepsilon_i, \quad (7)$$

kde $i = 1, 2, 3, \dots, n$. Toto vyjádření složek časové řady se označuje jako **aditivní dekompozice**. Dále můžeme rozložit časovou řadu na tzv. **multiplikativní dekompozici**, která má tvar

$$y_i = T_i \cdot S_i \cdot C_i \cdot \varepsilon_i. \quad (8)$$

Toto vyjádření se však v praxi moc často nevyskytuje. Nejčastěji se setkáváme s aditivní dekompozicí a navíc multiplikativní dekompozici lze velmi snadno převést pomocí logaritmické transformace na aditivní.

² Tato kapitola byla zpracována na základě podkladů z HINDLS a spol. *Statistika pro ekonomii*. 2004. ISBN 80-86419-59-2. s.254-255.

Pro první tři složky časové řady (T_i, S_i, C_i) se snažíme nalézt takové nástroje, které vysvětlují jejich chování a je snazší zjistit tyto zákonitosti u jednotlivých složek zvlášť než u celku.

Trendová složka (trend) vyjadřuje tendenci dlouhodobého vývoje námi pozorovaného ukazatele v čase. Rozeznáváme trendy:

- **rostoucí**, např. změny v obyvatelstvu, změna HDP,
- **klesající**, např. změna vývozu a dovozu zboží,
- **konstantní** – u tohoto typu složky hodnoty kolísají kolem konstanty, v tomto případě hovoříme o časové řadě bez trendu.³

Sezónní složka je pravidelně se opakující změna v časové řadě, která se vyskytuje u hodnot získaných během jednoho kalendářního roku. Tyto sezónní výkyvy jsou způsobeny zejména střídáním ročních období, změny teploty, různými společenskými zvyklostmi. Příkladem sezónní složky může být např. změna poptávky po zmrzlině v závislosti na změně ročního období. Existuje i spousta časových řad, které tato složka neovlivňuje, jedná se zejména o poptávku po zboží běžné spotřeby.

Cyklická složka je kolísání okolo trendu, které se vyskytují u hodnot získaných za delší časové období než je jeden rok. V těchto případech kolísání nelze nalézt periodicitu. Cyklická složka může být způsobena v souvislosti s inovačními cykly, ekonomickými vývojovými cykly ale též i mimoekonomickými jevy jako jsou např. módní trendy.

Náhodná složka je taková veličina, která nemá rozpoznatelný vývojový charakter. Proto se při řešení časových řad tato složka nebere v úvahu. Tato část časové řady může být způsobena vzájemně nezávislými nepostižitelnými příčinami a také chybami při měření a následném zpracování údajů.

³ Toto označení je však nesprávné, neboť časová řada musí mít vždy nějaký trend, v opačném případě by se nejednalo o časovou řadu, neboť by se sledované hodnoty nevyvíjely.

K řešení časové řady se nejčastěji využívají dvě metody a to regresní analýza a nebo metoda klouzavých průměrů. Naším cílem je zpracovat časovou řadu pomocí regresní analýzy.

1.2 REGRESNÍ ANALÝZA

Jeden z nejdůležitějších statistických úkolů v oblasti ekonomie je hledání a zkoumání funkčních závislosti mezi nezávislou proměnnou, označovanou x , a závislou proměnnou, označovanou y , jejichž hodnoty získáváme měřením či pozorováním. Vzájemnou závislost lze vyjádřit předpisem

$$y = \varphi(x), \quad (9)$$

přičemž funkce $\varphi(x)$ je neznámá. Teoreticky to znamená, že pro určitou hodnotu nezávislé proměnné x získáme podle vztahu hodnotu $y = \varphi(x)$ závislé proměnné. V praxi však získáme odlišnou hodnotu závislé proměnné y v důsledku působení různých náhodných vlivů. Proto závislou proměnnou můžeme označit jako náhodnou veličinu Y . Potom můžeme závislost (9) vyjádřit vztahem

$$Y = \varphi(x) + \varepsilon, \quad (10)$$

kde ε je náhodná veličina, která vyjadřuje vliv náhodných činitelů.

Úkolem regresní analýzy je vyjádřit závislost Y na x . Tuto závislost vyjadřuje funkce

$$y = \varphi(x, \beta), \quad (11)$$

kde $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ je vektor nezávislé proměnné x , y je závislá proměnné náhodné veličiny Y a $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m)$ je vektor regresních koeficientů. Chceme-li vyjádřit číselně tuto závislost, použijeme podmíněnou střední hodnotu

$$E(Y|X=x) = \eta(x, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m), \quad (12)$$

kde $\eta(x)$ je tzv. **regresní funkce**, jejímž účelem je „nahrazení“ funkce $\varphi(x)$.

„Pokud funkci $\eta(x)$ pro zadaná data určíme, pak říkáme, že jsme zadanými daty „proložili regresní funkci“ $\eta(x)$ nebo data „vyrovnali regresní funkcí“ $\eta(x)$. Úlohou

*regresní analýzy je určit z provedených měření funkci $\eta(x)$ a odhadnout její parametry, a to tak, aby nahrazení funkce φ funkcí η bylo v jistém smyslu „co nejlepší“.*⁴

K tomu abychom získali co nejlepší funkci $\eta(x)$ využíváme metodu nejmenších čtverců, pro kterou platí

$$S = \sum_{i=1}^n [y_i - \varphi(x_i, \beta)]^2. \quad (13)$$

Jak z daného vzorce vyplývá, reziduální součet čtverců je vlastně součet rozdílů mezi skutečně naměřenou hodnotou závislé proměnné y a hodnotou vypočítané z námi zvolené funkce $\eta(x)$. Z logického úsudku lze vyvodit závěr, že čím se hodnota reziduálního součtu čtverců blíží k nule, tím je odhad regresní funkce přesnější.

Podle výše popsaného popisu regresní analýzy můžeme usoudit, že jejím hlavním úkolem je matematický popis okolností, které provázejí statistické závislosti. Tedy co nejlépe popsat průběh změn závislé proměnné y a to pomocí tzv. regresní funkce. Bývá zvykem volit tuto funkci s co nejmenším počtem regresních koeficientů. Při volbě regresní funkce se většinou vychází ze zkušeností, ale v současné době se zpracovávají veškeré informace na počítačích, kde existuje nepřeberné množství programů, které mají databázi regresních funkcí a rychlé propočty hodnot reziduálního součtu čtverců, pomocí nichž snadno určíme tu pravou funkci.

⁴ KROPÁČ. J. *Aplikovaná statistika 2.díl.* Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2004. 140 s. ISBN - 80-214-3263-2. s.45.

1.2.1 LINEÁRNÍ REGRESNÍ MODEL

Regresní model se označuje za lineární, neboť regresní koeficienty $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$ jsou lineární. Používané druhy lineárních modelů nyní podrobněji popíši.

1.2.1.1 REGRESNÍ PŘÍMKA

Nejjednodušším případem regresní úlohy je funkce $\eta(x)$, která je vyjádřena lineární přímkou $\eta(x) = \beta_1 + \beta_2 x$.

„Odhady koeficientů β_1 a β_2 regresní přímky pro zadané dvojice (x_i, y_i) označíme b_1 a b_2 . K určení těchto koeficientů, které mají být v jistém slova smyslu co „nejlepší“ použijeme metodu nejmenších čtverců. Tato metoda spočívá v tom, že za „nejlepší“ považujeme koeficienty b_1 a b_2 minimalizující funkci $S(b_1, b_2)$, která je vyjádřena předpisem

$$S(b_1, b_2) = \sum_{i=1}^n (y_i - b_1 - b_2 x_i)^2. \quad (14)$$

Funkce $S(b_1, b_2)$ je tedy rovna součtu kvadrátů odchylek naměřených hodnot y_i od předpokládaných hodnot $\eta(x_i) = b_1 + b_2 x_i$ na regresní přímce.“⁵

Jak již bylo zmíněno, nejlepší regresní funkcí je ta funkce, jejíž reziduální součet čtverců $S(b_1, b_2)$ je nejmenší. K hledání minimální hodnoty funkce (14) se v matematice využívá parciální derivace. Proto pro získání odhadů b_1 a b_2 koeficientů β_1 a β_2 regresní přímky položíme tyto parciální derivace rovny nule.

$$\begin{aligned} \frac{\partial S}{\partial b_1} &= \sum_{i=1}^n 2(y_i - b_1 - b_2 x_i)(-1) = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial b_2} &= \sum_{i=1}^n 2(y_i - b_1 - b_2 x_i)(-x_i) = 0 \end{aligned}$$

⁵ KROPÁČ, Jiří. *Statistika B : jednorozměrné a dvourozměrné datové soubory, regresní analýza, časové řady*. 2007. 149 s. ISBN - 80-214-3295-0. s 40.

Po roznásobení jednotlivých rovnic obdržíme následující rovnice.

$$\begin{aligned} -\sum_{i=1}^n y_i + \sum_{i=1}^n b_1 + b_2 \sum_{i=1}^n x_i &= 0 \\ -\sum_{i=1}^n x_i y_i + b_1 \sum_{i=1}^n x_i + b_2 \sum_{i=1}^n x_i^2 &= 0 \end{aligned}$$

Pro další úpravu využijeme znalosti $\sum_{i=1}^n b_1 = nb_1$.

$$\begin{aligned} nb_1 + \sum_{i=1}^n x_i b_2 &= \sum_{i=1}^n y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i b_1 + \sum_{i=1}^n x_i^2 b_2 &= \sum_{i=1}^n x_i y_i \end{aligned}$$

Nyní jsme obdrželi soustavu dvou lineárních rovnic a o dvou neznámých b_1 a b_2 . Tuto soustavu budeme řešit pomocí elementárních úprav.

$$\begin{aligned} n \sum_{i=1}^n x_i b_1 + \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n x_i b_2 &= \sum_{i=1}^n y_i \sum_{i=1}^n x_i \\ n \sum_{i=1}^n x_i b_1 + n \sum_{i=1}^n x_i^2 b_2 &= n \sum_{i=1}^n x_i y_i \\ \hline b_2 \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \sum_{i=1}^n x_i^2 \right) &= \sum_{i=1}^n x_i y_i - n \sum_{i=1}^n x_i y_i \quad \bigg/ \cdot \frac{1}{n} \end{aligned}$$

Pro další krok výpočtu využijeme výrazu vztah $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ a obdržíme vztah pro koeficient b_2

$$b_2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \bar{x} \sum_{i=1}^n y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2}. \quad (15)$$

Pro koeficient b_1 platí

$$\begin{aligned} b_1 &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i^2 b_2}{\sum_{i=1}^n x_i} = \sum_{i=1}^n y_i - \sum_{i=1}^n x_i b_2 \\ b_1 &= \bar{y} - \bar{x} b_2. \end{aligned} \quad (16)$$

Po získání těchto hodnot b_1 a b_2 můžeme vyjádřit odhad regresní funkce $\eta(x) = \beta_1 + \beta_2 x$ ve tvaru $\hat{\eta}(x) = b_1 + b_2 x$.

Existuje ještě druhý způsob výpočtu koeficientů b_1 a b_2 a to pomocí matic. Zavedeme

vektor vyjadřující hodnoty hledaných koeficientů $b = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_m \end{pmatrix}$, vektor závislých

proměnných $y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}$ a matice X jako vektor vyjadřující tvar regresní funkce.

V případě regresní přímky má matice X tvar $X = \begin{pmatrix} 1 & x_1 \\ 1 & x_2 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & x_n \end{pmatrix}$. Pro práci s maticemi musí

platit, že počet prvků m bude odpovídat počtu sloupců matice X . Pro výpočet koeficientů b_i platí

$$b = (X'X)^{-1} X'y. \quad (17)$$

Podrobný důkaz a vysvětlení tohoto vyjádření regresních koeficientů naleznete v literatuře [1].

1.2.1.1.1 INTERVAL SPOLEHLIVOSTI PRO REGRESNÍ PŘÍMKU

Tato získané hodnoty regresních koeficientů b_1 a b_2 regresní přímky $\hat{\eta}(x) = b_1 + b_2 x$ platí pouze pro námi naměřené hodnoty. Pokud bychom tento postup opakovali pro jiné hodnoty x a y , obdrželi bychom odlišné regresní koeficienty. Proto je vhodné se zmínit o intervalech spolehlivosti.

Lze dokázat, že koeficienty teoretické regresní přímky $Y = \beta_1 + \beta_2 x$ mají následující vlastnosti

$$E(b_1) = \beta_1, \quad E(b_2) = \beta_2, \quad (18)$$

$$E(\hat{\eta}(x)) = \beta_1 + \beta_2 x. \quad (19)$$

Tyto hodnoty udávají průměrné hodnoty regresních koeficientů. Vypočítané parametry pro naměřené hodnoty závislosti y na hodnotě x kolísají kolem uvedených hodnot regresních koeficientů. A právě díky těmto výkyvům se sestavuje tzv. **interval spolehlivosti**, což si lze představit jako pás hodnot kolem regresní přímky, ve kterém leží $100(1-\alpha)\%$ naměřených závislostí.

Interval spolehlivosti lze sestavit za předpokladu, že pro koeficienty regresní přímky $Y = \beta_1 + \beta_2 x + \varepsilon_i$, kde ε_i je náhodná veličina, která představuje tzv. „šum“ a měřené chyby, platí

$$E(\varepsilon_i) = 0, \quad D(\varepsilon_i) = \sigma^2$$

$$C(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0, \quad i \neq j, \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

$$E(Y_i) = \beta_1 + \beta_2 x_i$$

$$D(Y_i) = \sigma^2$$

$$C(Y_i, Y_j) = 0$$

a náhodná veličina ε_i má normální rozdělení. „Za těchto předpokladů je $100(1-\alpha)\%$ interval spolehlivosti pro parametr β_l , $l = 1, 2$:

$$\left(b_l - t_{1-\frac{\alpha}{2}}(\nu) \sqrt{\hat{D}(b_l)}; b_l + t_{1-\frac{\alpha}{2}}(\nu) \sqrt{\hat{D}(b_l)} \right), \quad (20)$$

kde $\nu = n - 2$.⁶

Výraz $t_{1-\frac{\alpha}{2}}(\nu)$ vyjadřuje kvantil Studentova rozdělení a lze jej nalézt v tabulkách.

Výraz $\hat{D}(b_l)$ je odhad rozptylů $D(b_1)$ a $D(b_2)$, pro které platí

⁶ KROPÁČ, Jiří. *Statistika B : jednorozměrné a dvourozměrné datové soubory, regresní analýza, časové řady*. 2007. 149 s. ISBN - 80-214-3295-0. s. 52.

$$D(b_1) = \left[\frac{1}{n} + \frac{\bar{x}^2}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2} \right] \sigma^2$$

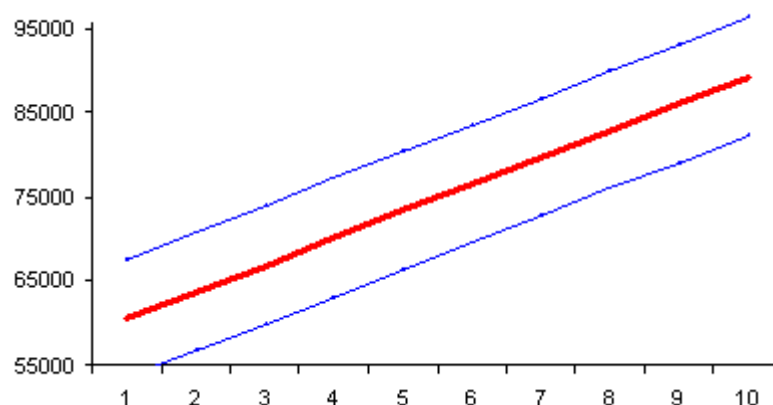
$$D(b_2) = \frac{\sigma^2}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2}.$$

Interval spolehlivosti pro přímku slouží k určení mezí, ve kterých se bude vyskytovat závislá proměnná y . Tento interval je dán předpisem

$$\left(\hat{\eta}(x) - t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-2) \sqrt{\hat{D}(\hat{\eta}(x))}; \hat{\eta}(x) + t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-2) \sqrt{\hat{D}(\hat{\eta}(x))} \right). \quad (21)$$

Výraz $\hat{D}(\hat{\eta}(x))$ je odhad rozptylu regresní přímky $\hat{\eta}(x)$, pro který platí

$$D(\hat{\eta}(x)) = \left[\frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2} \right] \sigma^2.$$



Graf 1: Interval spolehlivosti regresní přímky

1.2.1.2 KVADRATICKÁ REGRESNÍ FUNKCE

Další velmi často se vyskytující lineárním regresním modelem je parabolický model, jehož tvar je

$$y = \beta_1 + \beta_2 x + \beta_3 x^2. \quad (21)$$

Tato funkce se řadí mezi lineární, neboť koeficienty $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$ jsou lineární. V závislosti na této linearitě se odhady jednotlivých parametrů získají opět pomocí metody nejmenších čtverců

$$S = \sum_{i=1}^n (y_i - b_1 - b_2 x_i - b_3 x_i^2)^2. \quad (22)$$

Postup odvození vzorců je obdobný jako u regresní přímky. Tedy jednotlivé parciální derivace funkce $S(b_1, b_2, b_3)$ položíme rovny nule.

$$\begin{aligned} \frac{\partial S}{\partial b_1} &= \sum_{i=1}^n 2(y_i - b_1 - b_2 x_i - b_3 x_i^2)(-1) = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial b_2} &= \sum_{i=1}^n 2(y_i - b_1 - b_2 x_i - b_3 x_i^2)(-x_i) = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial b_3} &= \sum_{i=1}^n 2(y_i - b_1 - b_2 x_i - b_3 x_i^2)(-x_i^2) = 0 \end{aligned}$$

A opět pomocí elementárních úprav obdržíme výrazy pro jednotlivé parametry b_1, b_2 a b_3 .

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \sum_{i=1}^n x_i^4 - \sum_{i=1}^n x_i^2 \sum_{i=1}^n y_i x_i^2}{n \sum_{i=1}^n x_i^4 - \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 \right)^2}, \quad (23)$$

$$b_2 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i x_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2}, \quad (24)$$

$$b_3 = \frac{n \sum_{i=1}^n y_i x_i^2 - \sum_{i=1}^n y_i \sum_{i=1}^n x_i^2}{n \sum_{i=1}^n x_i^4 - \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 \right)^2}. \quad (25)$$

Odvození těchto vzorců je v závislosti na předpokladu, že pro hodnoty x_i platí

$\sum_{i=1}^n x_i = 0$. Této podmínky lze však jednoduše docílit transformací časové řady.

Tabulka 2: Transformace časové řady při lichém n

Rok	2004	2005	2006	2007	2008
x_i	1	2	3	4	5
x'_i	-2	-1	0	1	2

Zdroj: HINDSL a spol. *Statistika pro ekonomii*. 2004. s. 261.

Tabulka 3: Transformace časové řady při sudém n

Rok	2005	2006	2007	2008
x_i	2	3	4	5
x'_i	-2	-1	1	2

Zdroj: HINDSL a spol. *Statistika pro ekonomii*. 2004. s. 261.

Po této transformaci vidíme, že daná podmínka platí.

1.2.2 NELINEÁRNÍ REGRESNÍ MODEL

V této kapitole popíšeme další velmi často se vyskytující trendy časových řad. Jednotlivé vzorce již nebudu odvozovat, neboť v praktické části této práce s nimi nebudu pracovat.

Velmi často se vyskytujícím trendem je tzv. **exponenciální trend**, který se může vyskytovat ve více formátech:

- $\eta(x) = \beta_1 e^{\beta_2 x}$,
- $\eta(x) = \beta_1 x^{\beta_2}$,
- $\eta(x) = \beta_1 + \beta_2 e^{\beta_3 x}$.

Dalším trendem zmíněným v tabulce 3 je **modifikovaný exponenciální trend**, jehož

tvar je $\eta(x) = \beta_1 + \beta_2 \beta_3^x$. Dále jsme zmiňovali **logistický trend** tvaru $\eta(x) = \frac{1}{\beta_1 + \beta_2 \beta_3^x}$

a poslední trend, který zmíním je tzv. **Gompertzova křivka** $\eta(x) = e^{\beta_1 + \beta_2 \beta_3^x}$. Pro odhady jednotlivých koeficientů β_1, β_2 a β_3 platí

$$b_3 = \left[\frac{S_3 - S_2}{S_2 - S_1} \right]^{\frac{1}{mh}}, \quad (26)$$

$$b_2 = (S_2 - S_1) \frac{b_3^h - 1}{b_3^{x_1} (b_3^{mh} - 1)^2}, \quad (27)$$

$$b_1 = \frac{1}{m} \left[S_1 - b_2 b_3^{x_1} \frac{1 - b_3^{mh}}{1 - b_3^h} \right]. \quad (28)$$

Pro jednotlivé výrazy S_1, S_2 a S_3 platí $S_1 = \sum_{i=1}^m y_i$, $S_2 = \sum_{i=m+1}^{2m} y_i$ a $S_3 = \sum_{i=2m+1}^{3m} y_i$. A číslo m

je přirozené číslo, pro které platí $m = \frac{n}{3}$, pokud n je dělitelné třemi. Pokud n není dělitelné třemi, vynechá se potřebný počet krajních hodnot. Výraz h je délka kroku mezi hodnotami nezávislé proměnné.

1.3 NÁKLADY A VÝNOSY

S pojmem náklady a výnosy se jistě každý setkal již ve finančním účetnictví, seznámil se s jejich základním členěním podle jednotlivých finančních účtů 5xx a 6xx. V této kapitole se budeme zabývat charakteristikou nákladů a výnosů s jejich jednotlivým členěním zejména z pohledu manažerského účetnictví.

1.3.1 POJEM NÁKLADY A JEJICH ZÁKLADNÍ ČLENĚNÍ

Náklady se dají charakterizovat jako „*peněžně vyjádřená spotřeba výrobních faktorů účelně vynaložených na tvorbu podnikových výnosů, včetně dalších nutných nákladů spojených s činností podniku.*“⁷ Obecnou definici nákladů lze tedy jednoduše vyjádřit jako peněžní vyjádření vynaložených zdrojů na předem stanovený účel. Náklady se vždy vztahují k určitému objektu např. výrobek, stavba, práce atd. Veškeré činnosti v podniku i mimo něj se neobejdou bez nákladů.

Náklady jsou jedním z velmi důležitých měřítek činnosti společnosti. Proto je vhodné se nákladům důkladně věnovat a efektivně je řídit. K těmto účelům existuje nepřeberné

⁷ SYNEK, M. a kol. *Podniková ekonomika*, 2002, s. 35.

množství členění nákladů. Náklady se člení zejména za účelem efektivního řešení určitého problému. Nejčastěji se náklady člení následovně.

1.3.1.1 DRUHOVÉ ČLENĚNÍ NÁKLADŮ⁸

Zde se náklady člení podle jednotlivých druhů zdrojů, které vstupují do činnosti podniku z vnějšího okolí. Hlavním cílem tohoto členění je určení, co vše bylo spotřebováno:

- a) materiálové náklady,
- b) odpisy (opotřebení investičního majetku),
- c) mzdové náklady,
- d) finanční náklady (úroky z úvěru),
- e) náklady spojené se spoluprací s externími subjekty (dopravné, opravy),
- f) daně a poplatky,
- g) živelné pohromy,
- h) ostatní náklady (pokuty, sankce, škody).

Základní charakteristikou těchto nákladů je, že vstupují do procesu z externího okolí.⁹ Dále se tyto náklady zobrazují přímo do vstupu podniku a vyskytují se zde poprvé¹⁰ a poslední charakteristikou je fakt, že se již nedají členit na jednodušší složky.¹¹

1.3.1.2 ÚČELOVÉ ČLENĚNÍ NÁKLADŮ

Když vstupuje zdroj do procesu, je již předem známo, k jakému účelu bude použit. Finanční účetnictví člení tyto náklady na provozní, finanční a mimořádné. Podíváme-li se na toto členění z pohledu manažerského účetnictví, pak rozeznáváme náklady režijní a jednicové. Toto členění si probereme podrobněji.

Jednicové náklady jsou náklady spojené s určitým technologickým postupem. Ten nám udává druhy jednotlivých činností a jejich posloupnost. Klasickým příkladem jednicových nákladů ve stavebním podniku je spotřeba betonu.

⁸ Druhové členění je upraveno vyhláškou č.500/2002 Sb. přílohou č.4.

⁹ Toto pojetí se označuje jako **externí náklady**.

¹⁰ Toto pojetí se označuje jako **prvotní náklady**.

¹¹ Toto pojetí se označuje jako **jednoduché náklady**.

Naproti tomu **režijní náklady** se vztahují k obsluze a řízení. Nerostou přímo úměrně s počtem provedených činností. Příkladem mohou být mzdy údržbáře či vedoucího pracovníka.

1.3.1.3 ČLENĚNÍ NÁKLADŮ V ZÁVISLOSTI NA MNOŽSTVÍ PROVÁDĚNÝCH ČINNOSTÍ

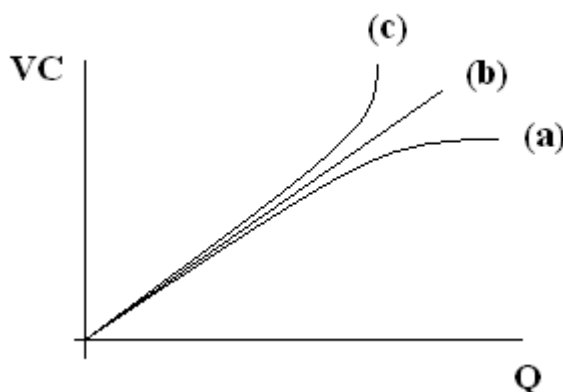
Zde je hlavním kritériem členění jejich závislost na změně objemu výkonu. Náklady se člení na variabilní a fixní. Toto členění je nejčastější zejména ve školské praxi. Celkové náklady se podle tohoto členění dají vyjádřit ve vzorci

$$TC = FC + v_j Q, \quad (29)$$

kde TC jsou celkové náklady, FC jsou fixní náklady, v_j jsou jednotkové variabilní náklady a Q je množství produkce.

Základní charakteristikou **variabilních nákladů** je jejich závislost na změně objemu produkce. Předpokládá se, že na jednotku výkonu jsou konstantní a jejich celková částka roste přímo úměrně s počtem výkonů. Tyto náklady však nemusí růst nebo klesat stejnou rychlostí jako počet výkonů, proto se dále člení:

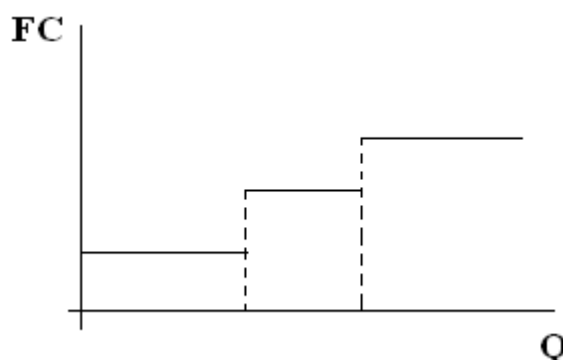
- a) **podproporcionální** – celková výše nákladů roste pomaleji než počet výkonů,
- b) **proporcionální** – celková výše nákladů roste přímo úměrně s počtem výkonů,
- c) **nadproporcionální** – celková výše nákladů roste rychleji než počet výkonů.



Graf 2: Druhy variabilních nákladů

Na rozdíl od variabilních nákladů se **fixní náklady** s měnící se výší výkonů nemění. Zpravidla jsou tyto náklady důležité pro zajištění podmínek k efektivnímu provádění výkonů. Velmi často se vynakládají ještě před začátkem činnosti. Jedná se např. o přepravné, mzdy zaměstnanců, sklady atd.

Fixní náklady jak již bylo zmíněno, se nemění v závislosti na změně objemu výkonu, ale jejich výše narůstá tzv. skokově. Náklady jsou stejné do určité výše objemu výkonů, pak skočí na vyšší úroveň a jsou dále konstantní. Fixní náklady lze graficky vyjádřit následovně.



Graf 3: Fixní náklady

1.3.1.4 KALKULAČNÍ ČLENĚNÍ NÁKLADŮ

Posledním typem členění, který zmíním je členění kalkulační. Zde se náklady dělí na přímé a nepřímé. Základní myšlenkou tohoto členění je bezprostřední souvislost s konkrétním výkonem. Nepřímé náklady nelze přímo přiřadit k výkonům a nelze u nich vysledovat přímou souvislost. Vznikají zejména s činností vnitropodnikových útvarů, které zabezpečují řídicí, správní a jiné procesy nebo zajišťují chod celého podniku. Přímé náklady se oproti tomu k jednotlivým výkonům přiřadit dají.

1.3.1.5 PŘÍŘAZOVÁNÍ NÁKLADŮ

Přířazování nebo také alokací nákladů je proces, který přiděluje náklady jednotlivým výkonům. Vyjadřuje míru souvislosti nákladů k jednotlivým činnostem. Tato alokace postupuje ve 3 fázích:

1. přiřazení přímých nákladů,
2. přiřazení nepřímých nákladů,
3. vyjádření podílu nepřímých nákladů na druhu výkonu.

V této práci zpracovávám náklady stavební firmy, proto si nyní rozebereme jednotlivé přímé a nepřímé náklady objevující se ve stavebním podniku.

1.3.1.5.1 PŘÍMÉ NÁKLADY STAVEBNÍHO PODNIKU

Do těchto nákladů zařazujeme jen ty náklady, které jsou potřebné na realizaci určité činnosti.

- **Přímý materiál** – sem patří veškeré suroviny a materiál, které jsou potřebné k výkonu. Jde o pořizovací cenu¹² těchto materiálů. Do přímého materiálu budeme zahrnovat zejména:
 - materiál, který je součástí stavby (beton, armokoše),
 - materiál potřebný a pomáhající k výkonu (voda, palivo),
 - opotřebení používaného pomocného materiálu.
- **Přímé mzdy** – tyto mzdy souvisí s určitou činností, jedná se o hlavní mzdu pracovníků za odvedenou práci. Zde budeme zahrnovat zejména:
 - základní mzdu,
 - příplatky,
 - prémie a odměny,
 - sociální a zdravotní pojištění placené zaměstnavatelem.
- **Náklady na provoz strojů** – tyto náklady jsou potřebné k provozu strojů, které se používají na staveništích ke stavebním pracím. Jedná se zejména o paliva.
- **Ostatní přímé náklady** – jsou to veškeré ostatní náklady, které jsme nezmínili výše:
 - přepravné,

¹² Podle zákona o účetnictví jde o cenu, za kterou byl materiál pořízen spolu s veškerými souvisejícími náklady s jeho pořízením.

- náklady na služby,
- subdodávky.

1.3.1.5.2 NEPŘÍMÉ NÁKLADY STAVEBNÍHO PODNIKU

Výše bylo zmíněno, že nepřímé náklady nelze přímo spojit s výkonem. Podle manažerského účetnictví se tyto náklady dále člení na výrobní a správní režie.

- **Správní režie** – tyto náklady souvisí s řízením a správou podniku. Patří sem:
 - náklady na správu závodů a podniků,
 - náklady na nabídky stavebních zakázek.
- **Výrobní režie** – tyto náklady souvisí přímo s řízením stavby. Jde zejména o:
 - dopravné (odvoz odpadu, přesun drobného investičního majetku),
 - odpisy investičního majetku,
 - opravy a údržba investičního majetku,
 - administrativní náklady (poštovné, telefon, nájemné, cestovné, ubytování),
 - pojistné ze zákona,
 - další náklady (vedení stavby a střediska).

1.3.2 POJEM VÝNOSY A JEJICH ČLENĚNÍ

Podnikatelskou činností podniku vznikají výrobky a služby. „*Jejich peněžité ocenění za určité období jsou výnosy podniku. Přitom nemusí v daném období dojít k jejich inkasu.*“¹³ Výnosy závisí zejména na prodaných produktech nebo služeb a jejich ceně, ale také může jít o různé dotace, příspěvky a výpomoci.

Výnosy můžeme členit podle jednotlivých účtových skupin 60x až 69x, ale vzhledem k tomu, že zpracovávám tuto práci ve stavebním podniku, budu výnosy členit takto:

¹³ SYNEK, M a kol. *Podniková ekonomika*, s.42.

- **Vnější výnosy** – jedná se o tržby za jednotlivé stavby (vlastní výkony) a tržby z prodeje majetku,
- **Mimořádné výnosy** – např. přijaté pokuty a penále, úroky z prodlení, prodej odepsaných strojů atd.

1.4 BOD ZVRATU

Analýza bodu zvratu nebo-li všeobecně známější název Break Event Analysis je metoda pomocí níž je možno určit tzv. bod zvratu, bod ve kterém se vyrovnávají celkové výnosy s celkovými náklady podniku. Náklady, výnosy, zisk a cena jsou základní ekonomické veličiny, které charakterizují jakýkoliv podnik. Pro další analýzu těchto veličin v oblasti bodu zvratu si nejprve zavedeme označení:

Q = množství vyrobených výrobků v kusech,

P = cena za jednotku produkce,

TR = celkové výnosy,

FC = fixní náklady,

v_j = variabilní náklady na jednotku produkce,

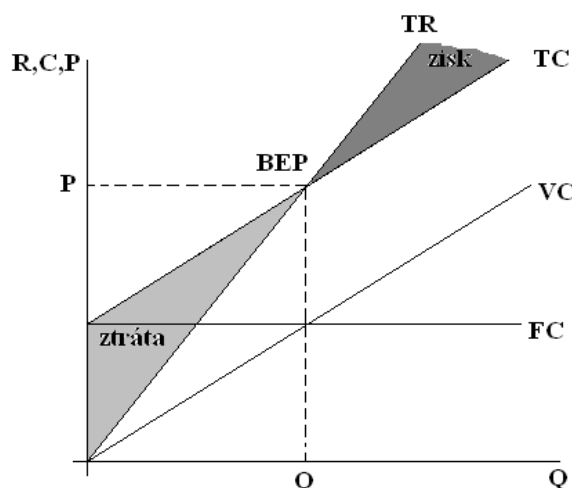
TC = celkové náklady,

Z = zisk.

Z logického úsudku a již dříve zmíněných charakteristik můžeme odvodit základní vztahy těchto veličin:

- pro celkové tržby platí $TR = P \cdot Q$,
- pro celkové náklady platí $TC = FC + v_j Q$.

Vzájemné závislosti těchto veličin lze zakreslit do grafu.



Graf 4: Bod zvrat výrobního podniku

Bod vratu lze charakterizovat následovně: „Bod zvratu je takové množství produkce firmy, při kterém nevzniká žádný zisk ani ztráta. Dosahuje-li firma této produkce, platí rovnost tržeb (výnosů) a nákladů.“¹⁴ Vyjádříme-li tento vztah vzorcem, můžeme získat výraz pro tzv. objem výroby, který odpovídá bodu zvratu, značíme jej Q_{BEP} .

$$\begin{aligned}
 TR &= TC \\
 P \cdot Q_{BEP} &= FC + v_j \cdot Q_{BEP} \\
 Q_{BEP} &= \frac{FC}{P - v_j}
 \end{aligned} \tag{30}$$

Tento postup nalezení bodu zvratu se nazývá **analýza bodu zvratu**.

Některé podniky požadují minimální zisk, od kterého jsou ochotni vyrábět. V takovém případě platí pro objem výroby odpovídající bodu zvratu následující vztah:

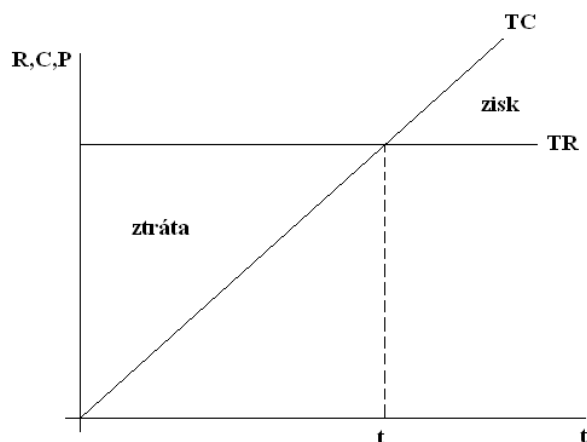
$$Q_{BEP} = \frac{FC + Z}{P - v_j}, \tag{31}$$

kde Z je onen požadovaný minimální zisk.

Analýza bodu zvratu je tedy zkoumání rovnováhy mezi náklady a výnosy. Na řadě je však otázky, jak zjistit bod zvratu u podniku, který není výrobní. Příkladem je i má analyzovaná firma, která se zabývá různorodou stavební činností. U mého podniku se nebudu zabývat výše zmíněnými vzorci, ale převedu analýzu bodu zvratu na pouhé posouzení vývoje nákladů a výnosů v časové posloupnosti. Tedy výsledkem nebude

¹⁴ <http://www.strateg.cz/bep.html>

objem výroby odpovídající bodu zvratu, nýbrž datum, ve kterém se náklady rovnají s výnosy, tedy kdy nastal bod zvratu.



Graf 5: Bod zvratu nevýrobního podniku

Analýza bodu zvratu poskytuje vedoucím pracovníkům a majitelům podniku informace, které umožňují lepší rozhodování. Tato metoda je v podnicích ekonomicky vyspělých zemí velmi rozšířená a oblíbená. Je to jednoduchý způsob, který pomáhá při běžných rozhodnutích.

2 HODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU

2.1 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI



Název: TOPGEO Brno, spol. s r. o.

IČ: 41603338

Sídlo: Olomoucká 75, 627 00 Brno, ČR

Statutární orgán: František Komárek - jednatel,

Ing. Petr Homolka - jednatel.

Prokura: Ing. Lukáš Komárek - prokurista

Základní kapitál: 2 000 000 Kč

Počet zaměstnanců: 255 (stav k 1.4.2008)

Obrat společnosti: 750 mil.

2.2 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA

Statutárním orgánem společnosti TOPGEO Brno, spol. s r.o. je vedení firmy, tedy ředitel firmy, finanční a obchodní ředitel a prokurista.

Ředitel firmy je pověřen řízením, vedením a zastupováním společnosti. Dohlíží a koordinuje výrobní závody a je přímým nadřízeným vedoucích výrobních závodů.

Finanční a obchodní ředitel zastupuje ředitele firmy v době jeho nepřítomnosti. Zastupuje veškeré činnosti a rozhodnutí ve finančních, obchodních a smluvních záležitostech firmy. Rovněž koordinuje ekonomické oddělení a obchodně-projekční oddělení a jsou mu přímo odpovědni vedoucí ekonomického oddělení (finanční manažerka) a vedoucí obchodně-projekčního oddělení.

Prokurista je posledním členem užšího vedení společnosti. Je zodpovědný za implementaci a fungování systému managementu jakosti ISO. Ve společnosti rozhoduje o vzdělávacích programech zaměstnanců vedení společnosti, tedy ředitel společnosti a

finanční a obchodní ředitel, přičemž každý z nich v sobě podřízených odděleních a závodech.

Vedení společnosti: František Komárek – *ředitel*,
Ing. Petr Homolka – *finanční a obchodní ředitel*,
Ing. Lukáš Komárek – *prokurista*.

Širší vedení společnosti: vedoucí obchodního oddělení,
vedoucí ekonomického oddělení,
vedoucí výrobního závodu 1,
vedoucí výrobního závodu 2,
vedoucí výrobního závodu 3,
vedoucí výrobního závodu 4,
vedoucí výrobního závodu 5.

Nevýrobní útvary: vedení firmy VF,
obchodní a projekční oddělení OPO,
ekonomické oddělení EO,
obchodní zastoupení Praha.

Výrobní závody:

VZ1 – závod vrtných prací pro IG/HG/SG realizuje především vrtné práce pro zajištění zdrojů pitné vody, geologický průzkum, inženýrskou geologii, hydrogeologii, ložiskovou geologii, balneologii, ekologii, odvodnění stavebních jam, sesuvů a pro využití geotermální energie apod.

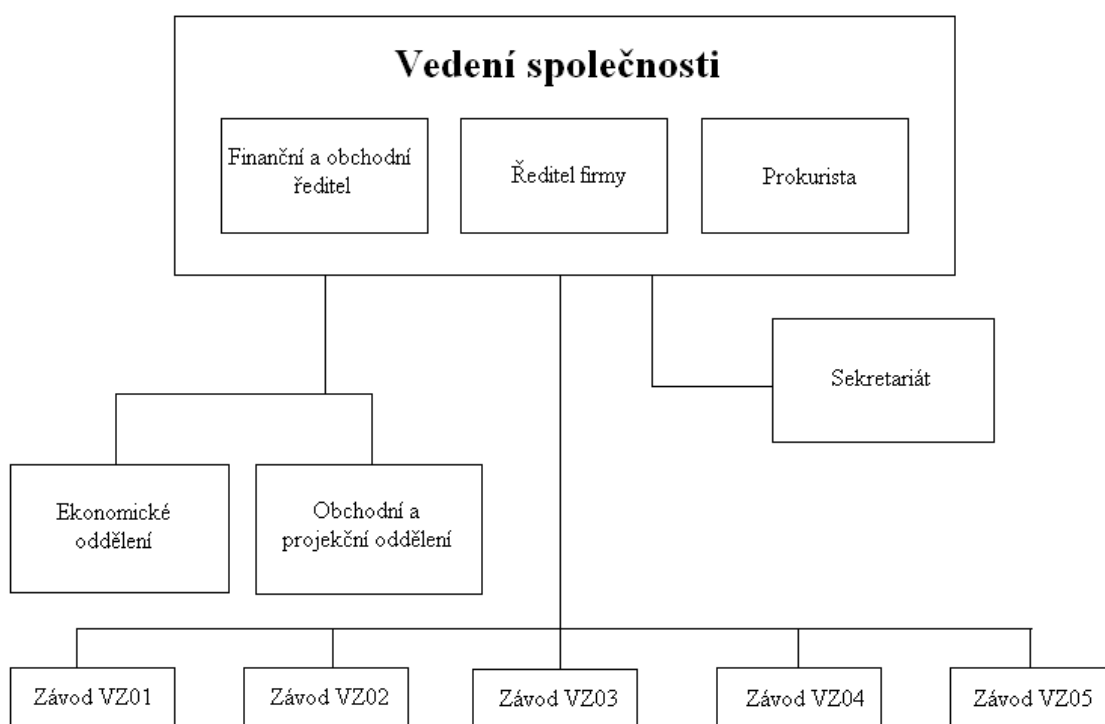
VZ2 – závod speciálního zakládání staveb – maloprofilového vrtání - provádí především mikropiloty, mikrozápory, tyčové a lanové kotvy, injektáže a vrty pro různé účely jako samostatné prvky nebo jako součást komplexu prací hlubinného zakládání.

VZ3 – stavební závod provádí činnosti stavební výroby s orientací na kompletní dodávky železobetonových monolitických konstrukcí (skelety, patky, pasy, desky, zdi,

skořepiny aj.), stříkané betony, spínání stavebních objektů, vodohospodářské stavby apod.

VZ4 – závod speciálního zakládání staveb – velkoprofilové vrtání – realizuje velkopřůměrové piloty pro založení objektů záporny pro zajištění stavebních jam, odvětrávací a odplyňovací vrty apod.

VZ5 – závod technických činností zajišťuje zejména pro potřeby firmy ale i pro externí zákazníky přepravní a jeřábové výkony, dílenskou výrobu, servis vrtných souprav, nákladních automobilů a opravářenskou činnost.



Obrázek 1: Organizační struktura společnosti TOPGEO Brno, spol. s r.o.

Zdroj: Organizační řád společnosti TOPGEO Brno, spol. s r.o.

2.3 PŘEDMĚT PODNIKÁNÍ

- obchodní živnost koupě zboží za účelem jeho dalšího prodeje a prodej,
- zprostředkovatelská činnost,
- projektování jednoduchých a drobných staveb, jejich změn a odstraňování,
- provádění jednoduchých a drobných staveb, jejich změn a odstraňování,
- provádění staveb jejich změn a odstraňování,
- přípravné práce pro stavby,
- specializované stavební činnosti,
- geologické práce,
- činnosti, které nejsou živnostmi, tj. činnosti, které jsou vykonávány podle zvláštního zákona, tj. zákona ČNR č. 61/1988 Sb. o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě ve znění pozdějších právních předpisů.

Hornická činnost:

- a) vyhledávání a průzkum ložisek vyhrazených nerostů – činnost prováděná hornickým způsobem,
- b) inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum, kromě geologických prací, prováděných za účelem získání doplňujících údajů pro dokumentaci staveb a strojní vrtání studní s hloubkou pod 30 m.

Další činnosti:

Projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací v oboru inženýrské geologie při činnosti prováděné hornickým způsobem, inženýrsko geologický a hydrogeologický průzkum, kromě geologických prací, prováděných za účelem získání doplňujících údajů pro dokumentaci staveb.

2.4 HLAVNÍ OBLASTI ČINNOSTI

Stabilní součástí komplexu činností jsou vrtné práce v oborech inženýrské geologie, hydrogeologie a stavební geologie – geotechniky.

Těžiště činností se trvale přesunulo do oboru speciálního zakládání staveb a tato činnost bude v budoucnu nejvíce rozvíjena. Vedení firmy v tomto oboru spatřuje velkou perspektivu růstu na základě předpokladu pokračujícího rozvoje dopravní infrastruktury a přílivu stavebních investic. Navíc specializace a profesionalizace v tomto oboru umožní společnosti působit v budoucnu také na zahraničních trzích východní Evropy.

Činnosti stavební výroby se postupně stávají samostatným produktem nabízeným společností, i když stále doplňují hlavně práce speciálního zakládání tak, aby mohla společnost nabízet komplexní služby a produkty vlastními kapacitami bez závislosti na subdodavateli. Dále bude společnost podporována zejména prováděním monolitických železobetonových konstrukcí s cílem zvýšit obrát a vejít ve známost jako subjekt provádějící tyto činnosti stavební výroby.

2.4.1 VEDLEJŠÍ OBLASTI ČINNOSTI

Společnost TOPGEO Brno dále provozuje několik činností, které v případě nedostatečného vytížení vnitropodnikovými požadavky poskytuje dalším subjektům na trhu. Jedná se zejména o výrobu uzávěrů vrtů, perforaci, přepravní a jeřábové výkony, dílenskou výrobu, servis vrtných souprav, nákladních automobilů a opravárenskou činnost.

2.4.2 PROFIL SPOLEČNOSTI

TOPGEO Brno, spol. s r.o. je moderní společnost poskytující široké spektrum činností speciálního zakládání staveb, stavební výroby s orientací na železobetonové konstrukce a činností pro inženýrsko geologický, hydrogeologický a stavebně geologický průzkum. Společnost byla založena a působí na trhu od roku 1991. Předmět činnosti se postupně rozvíjel od vrtných prací pro účely inženýrsko geologického průzkumu, hydrogeologického průzkumu, monitoringu a sanace znečištění podzemních vod, přes práce speciálního zakládání staveb, jejichž podíl postupně převážil, až po současnost, kdy společnost úspěšně realizuje také činnosti stavební výroby.

TOPGEO Brno nabízí a poskytuje komplexní služby při řešení zakázky IG/HG/SG průzkum včetně vyhodnocení, návrh optimálního technického řešení respektujícího specifické podmínky konkrétního prostředí, zpracování projektové dokumentace, přípravu a vlastní realizaci díla tak, aby bylo dosaženo spolehlivého vyřešení zadání při minimalizaci nákladů. Zákazník tak má možnost zvolit větší počet dodavatelů jednoduchých služeb kompletujících celek nebo využít nabídky komplexního řešení firmy TOPGEO Brno od průzkumu po celou spodní stavbu případně až monolitický skelet. TOPGEO Brno kromě efektivních řešení garantuje vysokou produktivitu práce a tedy rychlou realizaci díla, které je dosahováno díky rozsáhlému strojnímu a technologickému zázemí firmy. Společnost se vybavila a dále investuje do nejmodernějších strojů a technologií pro provádění prací speciálního zakládání, které jsou zárukou spolehlivosti provedení díla včas a ve vysoké kvalitě.

Profesionální způsob realizace záměrů společnosti TOPGEO Brno je dotvářen vlastními kvalifikovanými zaměstnanci s dostatkem zkušeností a celý systém poskytování kvalitního produktu je pravidelně certifikován nezávislou akreditovanou společností.

2.5 CÍLE A VIZE SPOLEČNOSTI

Základní vize

- stát se leaderem na trhu v oblasti speciálního zakládání staveb,
- všestranná spokojenost jak ze stran zaměstnanců, zákazníků tak ze stran vedení.

Strategické cíle podniku

1. maximalizace zisku a tržní hodnoty společnosti,
2. zajistit kvalitu a spokojenost zákazníků – kvalita zajištěna špičkovými technologiemi a kvalifikovaným personálem,
3. hospodárnost – zajištěna opět novými technologiemi,
4. růst – a to postupnou expanzí na nové trhy (Slovensko).

2.6 POSTAVENÍ SPOLEČNOSTI NA TRHU

Společnost TOPGEO Brno obsadila z hlediska obratu 3. pozici mezi společnostmi provádějícími speciální zakládání staveb. Zvýšený tržní podíl je výsledkem několika faktorů – aktivní a úspěšné obchodní činnosti, rychlé a kvalitní realizace prací, uskutečnění investic do nových strojů, motivace zaměstnanců společnosti a schopností pružně reagovat na požadavky zákazníků. Společnost TOPGEO Brno se na základě dosaženého obratu, rozsáhlého moderního strojního parku, realizovaných náročných zakázek a týmu zkušených zaměstnanců již trvale zařadila mezi přední subjekty v oboru na území ČR.

Územní působnost společnosti

Společnost TOPGEO Brno působí výhradně na území ČR s občasnou aktivitou na území Slovenska. V blízké budoucnosti se společnost bude orientovat na slovenský trh, který má potenciál růstu a stavební boom na Slovensku přichází. Ve střednědobém výhledu za cca 5 let zvažuje vedení firmy budoucí působení společnosti na zahraničních trzích s ohledem na růst a rozvoj společnosti a možný budoucí pokles stavební výroby na trhu v ČR.

2.7 KVALITA A VZTAH K ŽIVOTNÍMU PROSTŘEDÍ

Společnost má zaveden, udržován a recertifikován systém řízení a zabezpečení jakosti dle harmonizované české normy ČSN EN ISO 9001:2001. Systém jakosti recertifikovala společnost STAVCERT.

Společnost začala v roce 2005 zavádět systém environmentálního managementu dle normy ČSN EN ISO 14001:97.

Společnost TOPGEO BRNO je pojištěna proti škodám způsobeným svojí činností třetím osobám a na odpovědnost za škody způsobené vadou výrobku u pojišťovny KOOPERATIVA a.s.. Dále jsou proti různým rizikům pojištěny nemovitosti, stroje a výrobní zařízení a vozidla.

2.8 SILNÉ A SLABÉ STRÁNKY SPOLEČNOSTI

Silné stránky společnosti:

- flexibilita – lidé jsou schopni pracovat efektivně v různých situacích a ve spolupráci s různými jednotlivci a skupinami,
- rychlost,
- kvalita,
- vyškolení zaměstnanci,
- špičkový strojový park.

Slabé stránky společnosti:

- nerovnoměrné časové vytížení pracovníků,
- neustálá cirkulace zaměstnanců,
- vysoké náklady na zaškolení,
- neznalost nákladů a výnosů jednotlivých strojů.

2.9 ZAJIŠŤOVÁNÍ VÝROBNÍCH STROJŮ A MAJETKU

Investice do moderních vysoce produktivních a spolehlivých strojů a technologií jsou klíčem k úspěchu na trhu. A proto společnost TOPGEO Brno investuje veškeré své finanční zdroje do nových strojních kapacit zejména vrtných souprav, tyto soupravy si nejprve pronajme, aby vyzkoušela jejich kvalitu a výhodnost, a posléze je odkoupí. Za období uplynulých 5 let pořídila celkem 5 vrtných souprav BAUER (typ BG12H, BG15H, BG18H a BG40V), 3 vrtné soupravy KLEMM (typ KR806-3, KR805-1, KR702-1) a další specializovaná strojní zařízení pro práce speciálního zakládání.

TOPGEO Brno drží také technologické primáty – poprvé na trhu v ČR použila úplně novou technologii provádění pilot tzv. Soil Displacement Piles a jako první ryze česká společnost realizovala v ČR projekt podzemních stěn užitím hydrofrézy BAUER BC25, kterou taktéž vlastní.

2.10 PŘEDSTAVENÍ STROJŮ

Vrtné soupravy BAUER BG jsou stroje, které slouží ke speciálnímu zakládání výškových budov. Jde o soupravu na podvozku SENEBOGEN, což je subdodávka podvozku, jejíž rychlost je srovnatelná s pomalejší chůzí člověka. Na tomto podvozku se nachází na otočném trupu „tělo“ vrtačky. V popředí je Lafetta tzv. vodící věž, na které se nachází hydraulický motor, který provádí pohyb vrtného „šneku“. Vrtný šnek je držen (spouštěn a vytahován) na kladkách ocelového lana v součinnosti s hydraulickým motorem. Hned vedle Lafetty se nachází kabina vrtmistra, který ovládá činnost vrtačky¹⁵.

Za Lafettou a kabinou se nachází „srdce“ celé vrtné soupravy, kde je umístěn motor značky CATTERPILAR, tento motor pohání pásy a hydraulická čerpadla, která vtlačují a vytahují kladky. Proces práce vrtné soupravy je nesmírně složitý, celá vrtačka je ovládána pomocí počítače a samostatné elektroniky.

Naučit se ovládat a pracovat s vrtačkou je otázkou přibližně 2 měsíců, ale pochopit jak předcházet poruchám a opravovat tyto poruchy, ale hlavně naučit se smýšlet a pohybovat se s vrtačkou jako s vlastním tělem trvá minimálně 4 roky.

Společnost TOPGEO Brno vlastní celkem šest těchto vrtaček a to BAUER:

- BG 12H,
- BG 15H
- BG 18H,
- BG 25H,
- BG 28H,
- BG 40V.

Při dvanácti hodinové směně spotřebuje každá vrtná souprava BAUER při svém plném výkonu denně přibližně 400 až 500 litrů nafty¹⁶. Rozdíl mezi jednotlivými vrtačkami je v obsahu motoru, velikosti hydraulických motorů – tlačení hydraulické kapaliny a dále

¹⁵ vrtačka je jiné označení pro vrtnou soupravu

¹⁶ Podrobné náklady na provoz těchto souprav jsou uvedeny níže.

v rychlosti tlaku a tím možného působení výkonu na vrtání ve složitějším a tvrdším terénu. Maximální hloubka, do které vrtná souprava dokáže vrtat je přibližně 32 m.

V mé práci budu pracovat s vrtnou soupravu BAUER BG 18H, jehož kroutivá síla je 176kNm a BAUER BG 40V, jehož kroutivá síla je 390 kNm.

3 VLASTNÍ NÁVRH NA ŘEŠENÍ BODU ZVRATU

Jelikož jsem v této práci již popsala veškeré potřebné kroky a postupy k výpočtu bodu zvratu. Je na řadě tento problém vyřešit. Nejprve si podle kapitoly 3.1.5.1 a 3.1.5.2 sestavíme přehled nákladů a výnosů společnosti vztahující se k jednotlivým strojům. Veškeré informace a data jsem získala z výsledovky jednotlivých středisek.

3.1 VÝPOČET BODU ZVRATU PRO STROJ BAUER BG 18H

3.1.1 REGRESNÍ PŘÍMKA VÝNOSŮ

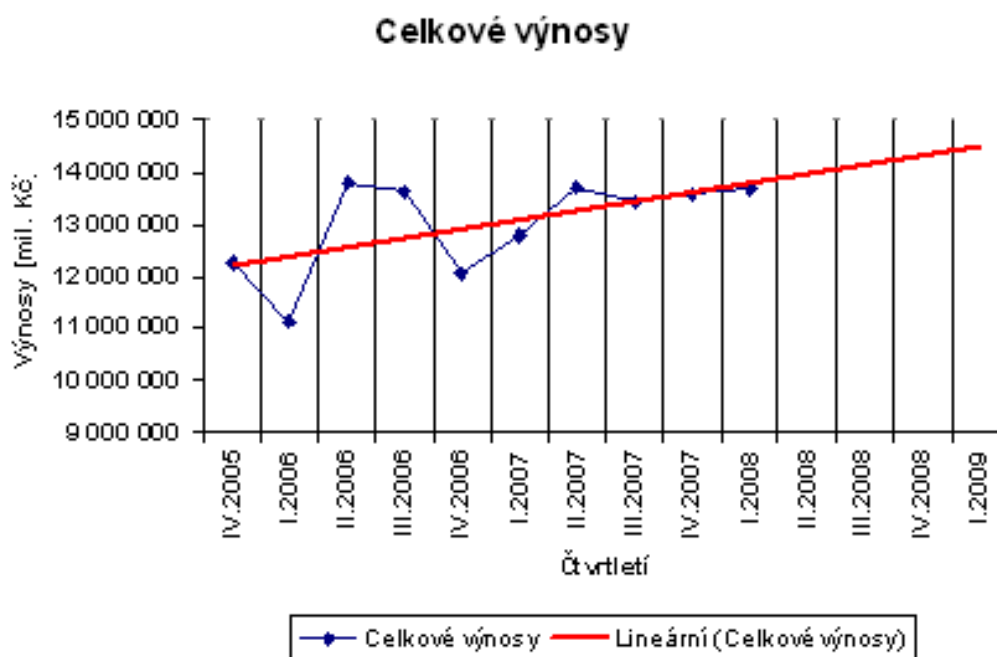
Jak již bylo řečeno, je důležité si sestavit přehled výnosů, na který pak aplikujeme regresní analýzu a zjistíme teoretický průběh těchto výnosů i do jejich budoucích hodnot.

Tabulka 4: Přehled výnosů stroje BAUER BG 18H

Čtvrtletí	Vnější výnosy	Mimořádné výnosy	Celkové výnosy
IV.2005	12 262 080	0	12 262 080
I.2006	11 137 600	0	11 137 600
II.2006	13 793 336	0	13 793 336
III.2006	13 464 430	154 870	13 619 300
IV.2006	12 057 080	0	12 057 080
I.2007	12 776 400	0	12 776 400
II.2007	13 458 768	248 000	13 706 768
III.2007	13 323 579	120 000	13 443 579
IV.2007	13 586 891	0	13 586 891
I.2008	13 658 785	0	13 658 785
CELKEM	129 518 949	522 870	130 041 819

Zdroj: firemní účetní podklady

Známe-li tyto hodnoty, vykreslíme je pomocí programu MS Excel do grafu a aplikujeme na ni regresi, pomocí níž získáme rovnici regresní přímky, která odpovídá získaným hodnotám. Tato rovnice přímky výnosů má tvar $y = 175444 \cdot x + 1,01 \cdot 10^7$, kde x je pořadí řádků a y je hodnota celkových výnosů.



Graf 6: Výnosy stroje BAUER BG 18H

Po získání této rovnice můžeme přehled výnosů rozšířit i do budoucích hodnot za předpokladu zachování stávající situace.

Tabulka 5: Přehled budoucích hodnot výnosů stroje BAUER BG 18H

Čtvrtletí	Vnější výnosy	Mimořádné výnosy	Celkové výnosy
IV.2005	12 262 080	0	12 262 080
I.2006	11 137 600	0	11 137 600
II.2006	13 793 336	0	13 793 336
III.2006	13 464 430	154 870	13 619 300
IV.2006	12 057 080	0	12 057 080
I.2007	12 776 400	0	12 776 400
II.2007	13 458 768	248 000	13 706 768
III.2007	13 323 579	120 000	13 443 579
IV.2007	13 586 891	0	13 586 891
I.2008	13 658 785	0	13 658 785
II.2008	12 205 328		12 205 328
III.2008	12 380 772		12 380 772
IV.2008	12 556 216		12 556 216
I.2009	12 731 660		12 731 660
II.2009	12 907 104		12 907 104
III.2009	13 082 548		13 082 548
IV.2009	13 257 992		13 257 992
I.2010	13 433 436		13 433 436
II.2010	13 608 880		13 608 880

III.2010	13 784 324		13 784 324
IV.2010	13 959 768		13 959 768
CELKEM	273 426 977	522 870	273 949 847

Zdroj: vlastní práce

3.1.2 KVADRATICKÝ TREND NÁKLADŮ

Pro výpočet budoucích hodnot nákladů postupujeme zcela stejně jako v případě regresní přímky pro funkci výnosů. Jedinou změnou je použití kvadratického trendu a to kvůli tvaru průběhu známých hodnot. Jak jsem již v teoretické části zmiňovala, je důležité se rozhodnout pro správný tvar regresní funkce a jako doporučení jsem uvedla tabulku 1.

Přehled nákladů je zkrácen pouze na náklady na provoz a celkové náklady, které se liší pouze o leasingovou splátku. Toto rozdělení je podstatné, neboť poslední leasingová splátka je na stroj BAUER BG 18H 1. 8. 2009 a pak je průběh těchto nákladů totožný s průběhem nákladů na provoz. Přesné rozložení nákladů je uvedeno v příloze.

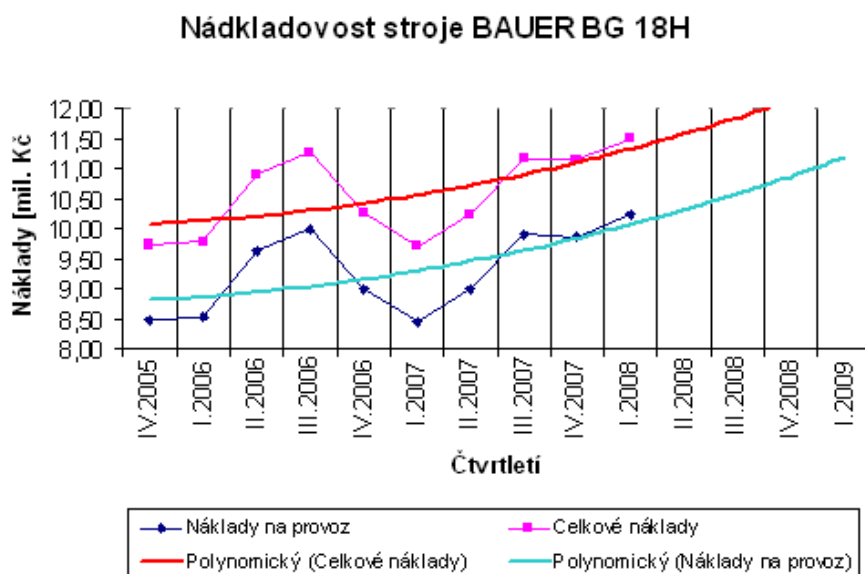
Tabulka 6: Náklady stroje BAUER BG 18H

Čtvrtletí	Náklady na provoz	Celkové náklady
IV.2005	8 458 935,95	9 721 294,68
I.2006	8 513 108,00	9 775 466,74
II.2006	9 625 189, 50	10 887 548,23
III.2006	9 981 700,90	11 244 059,62
IV.2006	8 985 230 ,23	10 247 588,98
I.2007	8 440 359,27	9 702 717,99
II.2007	8 963 069,10	10 225 427,83
III.2007	9 892 939,80	11 155 298,53
IV.2007	9 856 164,50	11 118 523,23
I.2008	10 231 097,60	11 493 456,34
CELKEM	92 947 794,85	95 850 087,46

Zdroj: interní účetní podklady

Následuje opět vykreslení těchto hodnot do grafické podoby a zjištění kvadratického trendu těchto nákladů. Funkce nákladů na provoz stroje je

$y = 10697 \cdot x^2 + 22268 \cdot x + 9 \cdot 10^6$ a funkce celkových nákladů je $y = 10697 \cdot x^2 + 22268 \cdot x + 10^7$, kde opět y jsou náklady a x je pořadí řádku nákladů.



Graf 7: Náklady stroje BAUER BG 18H

Pomocí výše uvedených rovnic se jednoduše dopočítají budoucí hodnoty nákladů.

Tabulka 7: Přehled budoucích hodnot nákladů na provoz stroje BAUER BG 18H

Čtvrtletí	Náklady na provoz	Celkové náklady
IV.2005	8 458 935,95	9 721 294,68
I.2006	8 513 108,00	9 775 466,74
II.2006	9 625 189,50	10 887 548,23
III.2006	9 981 700,90	11 244 059,62
IV.2006	8 985 230,23	10 247 588,98
I.2007	8 440 359,27	9 702 717,99
II.2007	8 963 069,10	10 225 427,83
III.2007	9 892 939,80	11 155 298,53
IV.2007	9 856 164,50	11 118 523,23
I.2008	10 231 097,60	11 493 456,34
II.2008	10 807 584,00	11 807 584,00
III.2008	11 097 277,00	12 097 277,00
IV.2008	11 408 364,00	12 408 364,00
I.2009	11 740 845,00	12 740 845,00
II.2009	12 094 720,00	13 094 720,00
III.2009	12 469 989,00	13 469 989,00
IV.2009	12 866 652,00	13 866 652,00

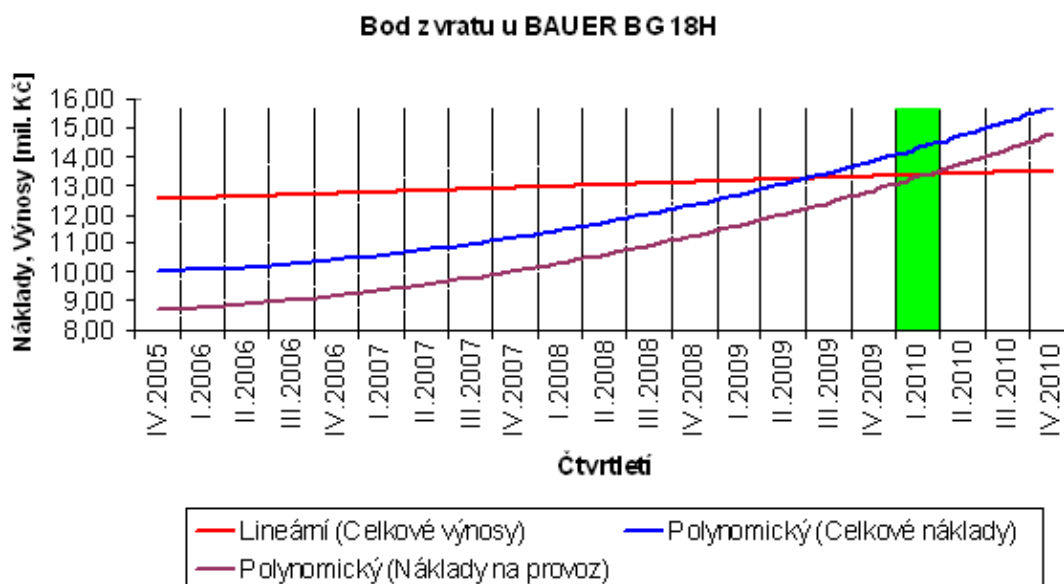
I.2010	13 284 709,00	14 284 709,00
II.2010	13 724 160,00	14 724 160,00
III.2010	14 185 005,00	15 185 005,00
IV.2010	14 667 244,00	15 667 244,00
CELKEM	231 294 343,85	254 917 931,13

Zdroj: vlastní práce

3.1.3 BOD ZVRATU PRO STROJ BAUER BG 18H

Po získání odhadů vývoje nákladů a výnosů z provozu stroje BAUER BG 18H, lze graficky získat čtvrtletí, ve kterém se tyto náklady a výnosy rovnají, tedy zjistit bod zvratu.

Do grafického znázornění používáme získané regresní funkce.



Graf 8: Bod zvratu pro stroj BAUER BG 18H

Z teoretické části této práce víme, že bod zvratu nastává, když se náklady rovnají výnosům. Je ale důležité si uvědomit, že ve III. čtvrtletí roku 2009 bude ukončeno leasingové splácení a tím se nám celkové náklady stroje sníží na hodnotu nákladů na provoz stroje. Proto je bod zvratu až v prvním čtvrtletí roku 2010.

V tomto období je vhodné stroj co nejvýnosněji prodat, abychom se firma TOPGEO Brno, spol. s r.o. nedostávala zbytečně do ztráty. Je nutné však o tomto prodeji uvažovat a začít jednat mnohem dříve, jelikož se nikdy nenajde kupec následující den.

3.2 VÝPOČET BODU ZVRATU PRO STROJ BAUER BG 40V

Ve výše uvedeném výpočtu bodu zvratu pro stroj BAUER BG 18H jsme použili jak kvadratický trend tak i regresní přímku. Pro výpočet bodu zvratu BAUER BG 18H použijeme pouze regresní přímky. Postup zjištění těchto přímek je zcela stejný proto zde hned uvedu i budoucí hodnoty nákladů a výnosů.

3.2.1 REGRESNÍ PŘÍMKA VÝNOSŮ

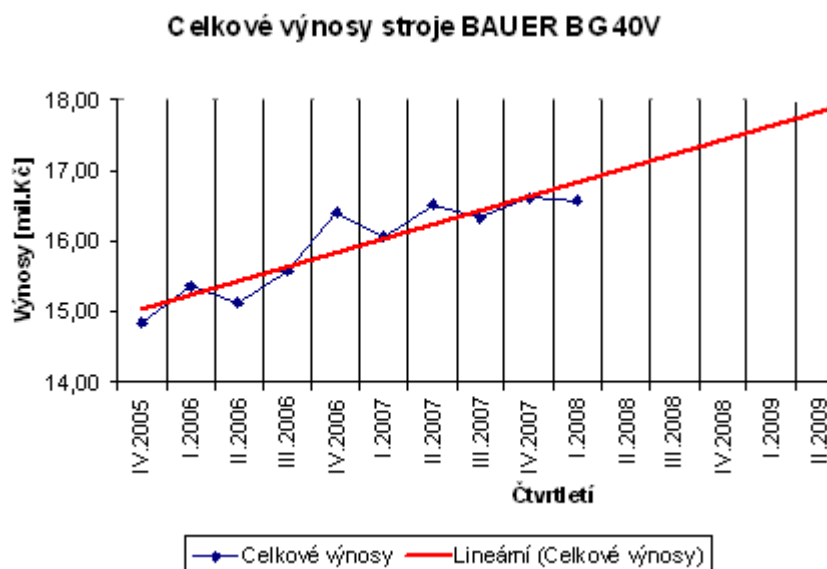
Regresní přímka pro funkci výnosů má tvar $y = 199237 \cdot x + 1,4 \cdot 10^7$, kde y jsou výnosy z provozu stroje a x je pořadí řádků výnosů (jednotlivá čtvrtletí).

Tabulka 8: Výnosy stroje BAUER BG 40V

Čtvrtletí	Vnější výnosy	Mimořádné výnosy	Celkové výnosy
IV.2005	14 830 408,10	0,00	14 830 408,10
I.2006	15 363 977,06	0,00	15 363 977,06
II.2006	15 124 158,95	0,00	15 124 158,95
III.2006	15 524 626,90	45 710,00	15 570 336,90
IV.2006	16 199 209,40	205 400,00	16 404 609,40
I.2007	15 987 952,00	60 000,00	16 047 952,00
II.2007	16 518 768,00	0,00	16 518 768,00
III.2007	16 311 944,00	0,00	16 311 944,00
IV.2007	16 463 458,00	152 000,00	16 615 458,00
I.2008	16 573 310,00	0,00	16 573 310,00
II.2008			14 391 607,00
III.2008			14 590 844,00
IV.2008			14 790 081,00
I.2009			14 989 318,00
II.2009			15 188 555,00
III.2009			15 387 792,00
IV.2009			15 587 029,00
I.2010			15 786 266,00
II.2010			15 985 503,00
III.2010			16 184 740,00

IV.2010			16 383 977,00
CELKEM	158 897 812,41	463 110,00	328 626 634,41

Zdroj: vlastní práce



Graf 9: Výnosy stroje BAUER BG 40V

3.2.2 REGRESNÍ PŘÍMKA NÁKLADŮ

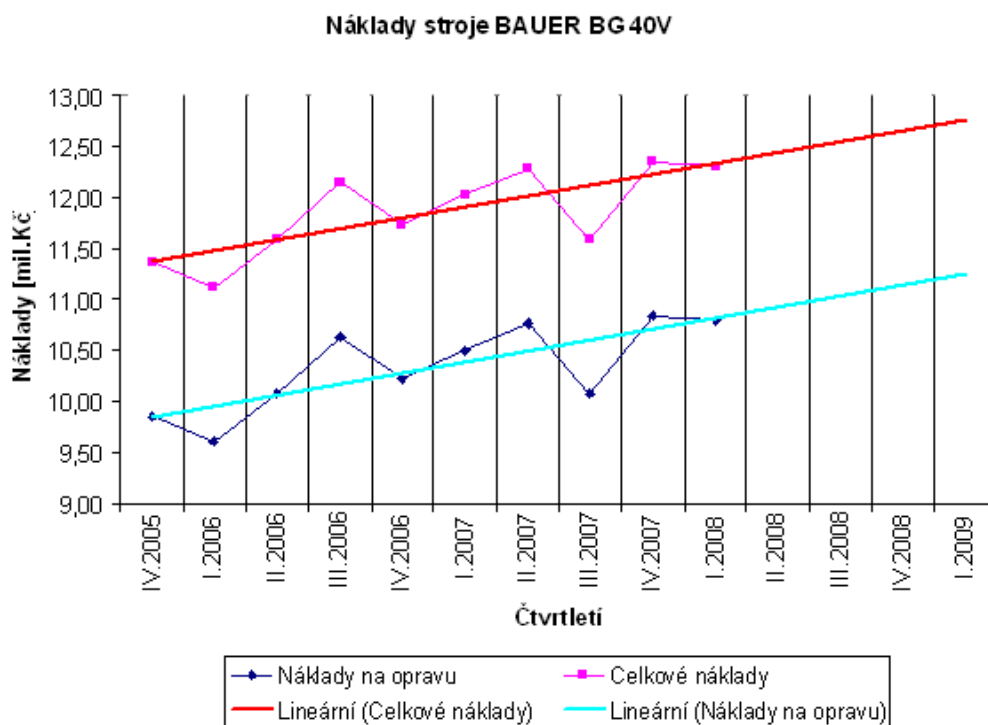
Regresní přímka pro funkci nákladů z provozu stroje je $y = 107558 \cdot x + 1,15 \cdot 10^7$ a pro funkci celkových nákladů je $y = 107558 \cdot x + 1,3 \cdot 10^7$, kde y jsou náklady stroje a x je pořadí řádků nákladů.

Tabulka 9: Náklady stroje BAUER BG 40V

Čtvrtletí	Náklady na opravu	Celkové náklady
IV.2005	9 855 164,00	11 372 751,31
I.2006	9 598 165,00	11 115 752,31
II.2006	10 077 572,41	11 595 159,72
III.2006	10 636 813,65	12 154 400,96
IV.2006	10 221 455,66	11 739 042,97
I.2007	10 506 403,99	12 023 991,30
II.2007	10 764 240,02	12 281 827,33
III.2007	10 071 209,12	11 588 796,43
IV.2007	10 837 033,10	12 354 620,41
I.2008	10 792 904,00	12 310 491,31
II.2008	12 683 138,00	13 700 725,31

III.2008	12 790 696,00	13 808 283,31
IV.2008	12 898 254,00	13 915 841,31
I.2009	13 005 812,00	14 023 399,31
II.2009	13 113 370,00	14 130 957,31
III.2009	13 220 928,00	14 238 515,31
IV.2009	13 328 486,00	14 346 073,31
I.2010	13 436 044,00	14 453 631,31
II.2010	13 543 602,00	14 561 189,31
III.2010	13 651 160,00	14 668 747,31
IV.2010	13 758 718,00	14 776 305,31
I.2011	13 866 276,00	14 883 863,31
II.2011	13 973 834,00	14 991 421,31
III.2011	14 081 392,00	14 806 111,58
IV.2011	14 688 950,00	14 188 950,00
I.2012	14 796 508,00	14 296 508,00
II.2012	14 904 066,00	14 404 066,00
III.2012	15 011 624,00	14 511 624,00
IV.2012	15 119 182,00	14 619 182,00
CELKEM	235 032 450,95	260 384 197,15

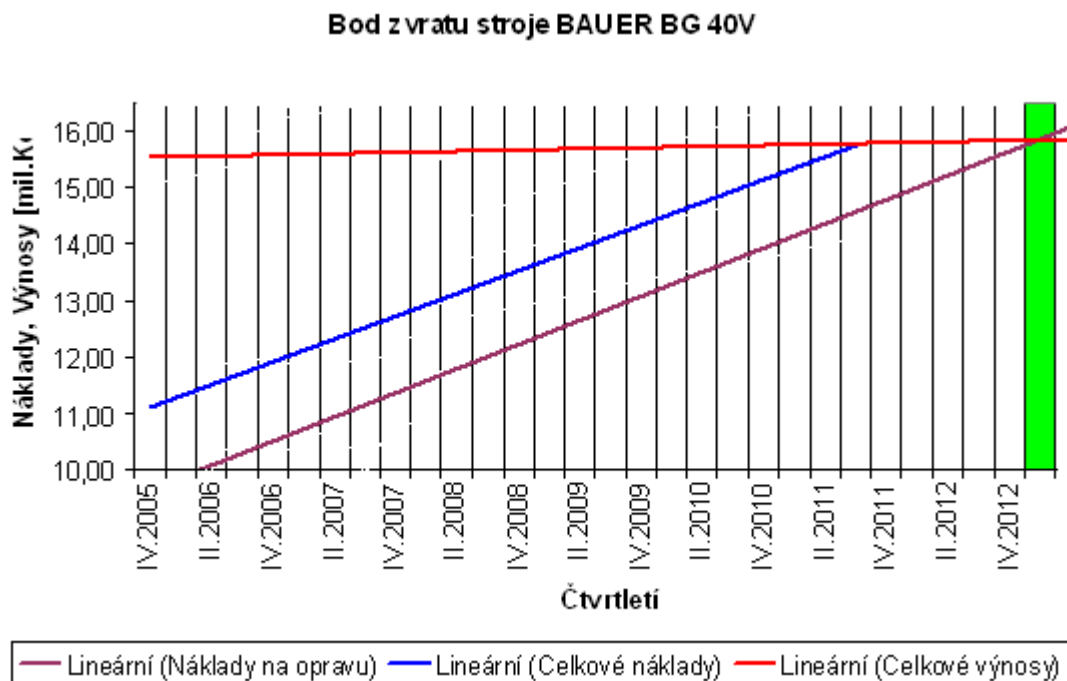
Zdroj: vlastní práce



Graf 10: Náklady stroje BAUER BG 40V

3.2.3 BOD ZVRATU PRO STROJ BAUER BG 40V

Pro výpočet bodu zvratu stroje BAUER BG 40V je opět potřeba porovnat výnosy a náklady z provozu tohoto stroje.



Graf 11: Bod zvratu pro stroj BAUER BG 40V

Opět je důležité si uvědomit, že se celkové náklady od III. čtvrtletí roku 2011 sníží na hladinu nákladů z provozu, neboť budou veškeré leasingové splátky splaceny. Proto se porovnávají výnosy z provozu s náklady na provoz stroje. S grafu je patrné, že je vhodné stroj prodat přibližně v I. čtvrtletí roku 2013.

ZÁVĚR

V této práci jsem se zabývala problematikou výpočtu bodu zvratu. Snažila jsem se aplikovat poznatky z teorie časových řad a regresní analýzy na výpočet bodu zvratu z provozu stroje pro odhadnuté budoucí hodnoty nákladů a výnosů z provozu. Hlavním důvodem tohoto výpočtu bylo získat teoretický odhad data, kdy náklady odpovídají výnosům z provozu stroje BAUER BG ve společnosti TOPGEO Brno spol. s r.o. a tím se stává toto zařízení pro společnost již neatraktivní a spíše zatěžující.

V hodnocení současného stavu společnosti jsem se zabývala SWOT analýzou, na jejímž základě byly charakterizovány silné a slabé stránky společnosti, mezi nimiž je i nepřehlednost o návratnosti těchto strojů. Dále jsem se zabývala popisem organizační struktury společnosti a hlavní charakteristikou její činnosti.

V praktické části jsem se zabývala již samotným výpočtem bodu zvratu na základě teoretických poznatků získaných v první kapitole. Veškerá data, která jsem získala z účetních výkazů společnosti, jsem zpracovala v tabulkovém programu MS Excel, ve kterém jsem využila předdefinovaných funkcí pro snazší výpočet budoucích hodnot, potřebných pro odhad bodu zvratu. Pro jednodušší orientaci a přehlednost jsem zpracovaná data vykreslila graficky a tím získala výsledek v podobě odhadnutého čtvrtletí, ve kterém dochází k tzv. bodu zvratu.

Hloubavějším čtenářům jistě neunikne, že oba teoretické odhady kolísají kolem hodnoty blížící se jednoho až dvou let po ukončení leasingové smlouvy a převedení strojů do majetku společnosti. Podle mého názoru toto není náhoda, neboť pro ostatní stroje, které společnost vlastní, tyto hodnoty vycházely obdobně. Leasingová společnost má zajisté vhodně vypočtený splátkový kalendář tak, aby stroj v době, kdy dochází k jeho největší poruchovosti, byl již majetkem společnosti. A zajisté mi dáte za pravdu, že v dnešní době je zvykem, že žádné zařízení není uzpůsobené k dlouhodobému užití a to zejména při takto drahém a velmi namáhavém zařízení jako je BAUER BG, který funguje 12 hodin denně.

SEZNAM LITERATURY

KNIHY

- [1] ANDĚL, Jiří. *Statistické metody*. Praha : Matfyzpress, 2002. 299 s.
ISBN 80-85863-27-8.
- [2] BALATKA, Sláva. *Inženýrská statistika pro ekonomy*. Praha : Vysoká škola chemicko-technologická, 2000. 253 s. ISBN 80-7080-406-8.
- [3] DVOŘÁK, Jiří. *Hospodářská statistika*. Brno : Zdeněk Novotný, 2002. 87 s.
ISBN - 80-214-2526-1.
- [4] GUJARATI, I., DAMODAR, N. *Basic econometrics*. Boston : McGraw-Hill, 2003. 1002 s. ISBN 0-07-233542-4.
- [5] HINDLS a spol. *Statistika pro ekonomy*. 2004. ISBN 80-86419-59-2.
- [6] HOFFMANN, Václav. *Úvod do podnikové ekonomiky (ředitelská analýza II)*. Praha: Český komitét pro vědecké řízení 1992. 89 s. SYSNO: 000022399.
- [7] KROPÁČ, Jiří. *Aplikovaná statistika 2.díl*. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2004. 140 s. ISBN 80-214-3263-2.
- [8] KROPÁČ, Jiří. *Aplikovaná statistika 3.díl*. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2004. 140 s. ISBN 80-214-3263-2.
- [9] KROPÁČ, Jiří. *Statistika B : jednorozměrné a dvourozměrné datové soubory, regresní analýza, časové řady*. 2007. 149 s. ISBN - 80-214-3295-0.
- [10] RYAN, Thomas. *Modern Regression Methods*. New York : John Wiley & Sons , 1997. 515 s. ISBN - 0-471-52912-5.
- [11] SEGER, Jan. *Statistické metody v ekonomii*. Jinonice : H&H , 1993. 445 s.
ISBN - 80-85787-26-1.
- [12] SYNEK, M a kol. *Podniková ekonomika*, 4. přeprac. vyd. Praha : C.H.Beck, 2006. 475 s. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 80-7179-892-4.
- [13] ZVÁRA, Karel. *Regresní analýza*. Praha : Academia, 1989. 245 s.
ISBN - 80-200-0125-5.

FIREMNÍ MATERIÁLY

- [14] TOPGEO Brno, spol. s r.o. *Účetní výkazy zisku a ztrát*. 2005-2008

PŘEDNÁŠKY

- [15] WIMMER, Gejza. *Lineární statistické modely I a II*. Masarykova univerzita Brno. 2006/2007.

INTERNETOVÉ ZDROJE

- [16] KARPÍŠEK, Zdeněk. *Regresní analýza* [online]. 2005 , 14. listopadu 2006 [cit. 2007-10-13]. Dostupný z WWW: <<http://mathonline.fme.vutbr.cz/Regresni-analyza/sc-1159-sr-1-a-185/default.aspx>>.
- [17] OLAH, Robert, SAUKANIČ, Jozef. *Zisk a rentabilita* [online]. 2001 [cit. 2007-10-20]. Dostupný z WWW: <http://www.studentske.sk/ekonomika/Zisk_a_rentabilita.htm>.
- [18] <<http://www.bauer.de/en/maschinenbau/index.htm>>.
- [19] <<http://www.topgeo.cz>>.
- [20] <<http://www.strateg.cz/bep.html>>.

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Informativní testy pro volbu trendové křivky	13
Tabulka 2: Transformace časové řady při lichém n	24
Tabulka 3: Transformace časové řady při sudém n	24
Tabulka 4: Přehled výnosů stroje BAUER BG 18H.....	44
Tabulka 5: Přehled budoucích hodnot výnosů stroje BAUER BG 18H	45
Tabulka 6: Náklady stroje BAUER BG 18H	46
Tabulka 7: Přehled budoucích hodnot nákladů na provoz stroje BAUER BG 18H	47
Tabulka 8: Výnosy stroje BAUER BG 40V	49
Tabulka 9: Náklady stroje BAUER BG 40V	50

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Organizační struktura společnosti TOPGEO Brno, spol. s r.o.	36
---	----

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Interval spolehlivosti regresní přímky	22
Graf 2: Druhy variabilních nákladů	27
Graf 3: Fixní náklady	28
Graf 4: Bod zvrát výrobního podniku	32
Graf 5: Bod zvratu nevýrobního podniku	33
Graf 6: Výnosy stroje BAUER BG 18H	45
Graf 7: Náklady stroje BAUER BG 18H	47
Graf 8: Bod zvratu pro stroj BAUER BG 18H	48
Graf 9: Výnosy stroje BAUER BG 40V	50
Graf 10: Náklady stroje BAUER BG 40V	51
Graf 11: Bod zvratu pro stroj BAUER BG 40V	52

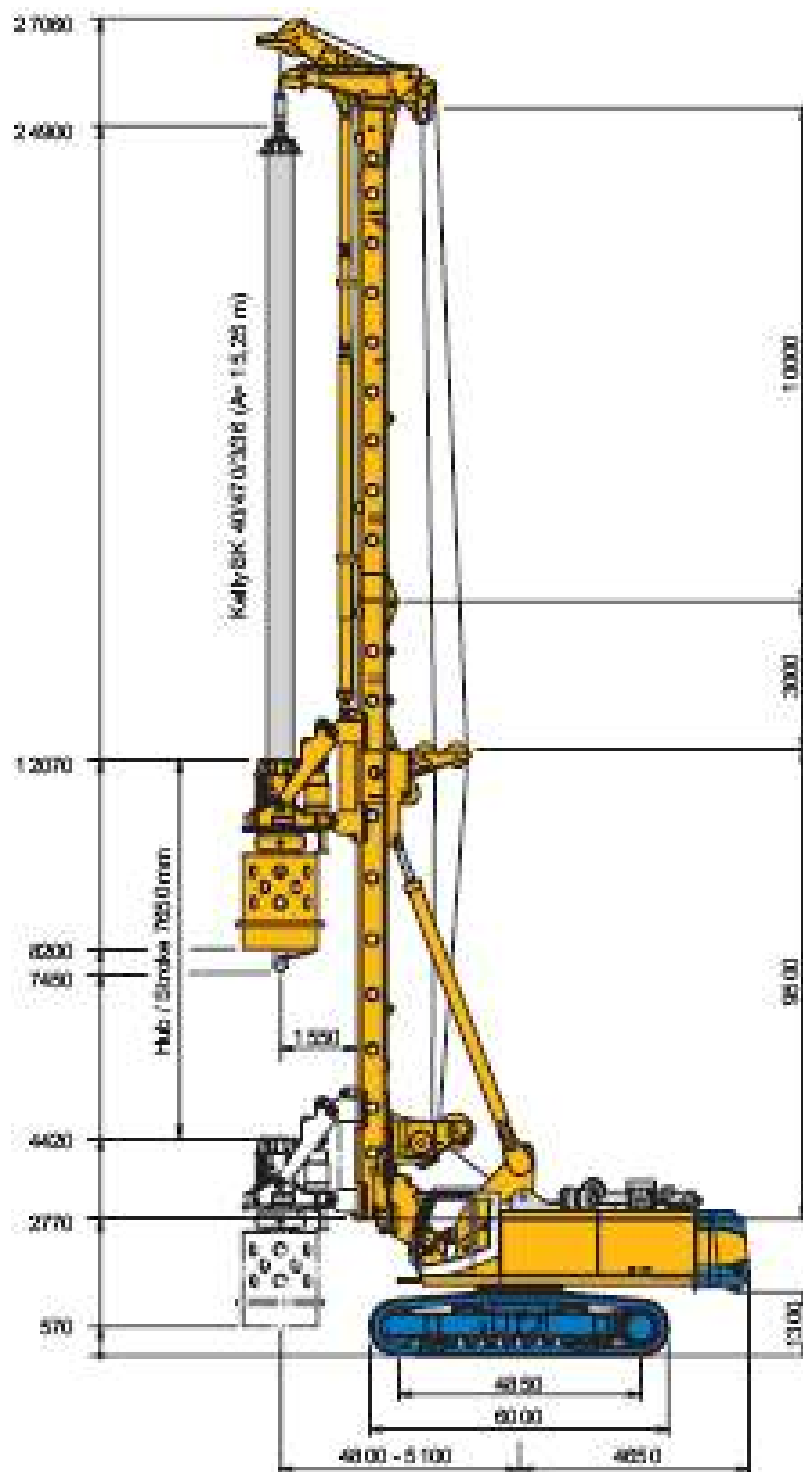
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: BAUER BG 40V

Příloha 2: Náklady stroje BAUER BG 18H

Příloha 3: Náklady stroje BAUER BG 40V63

PŘÍLOHY



Příloha 1: BAUER BG 40V

Zdroj: <http://www.bauer.de/en/maschinenbau/index.htm>

Příloha 2: Náklady stroje BAUER BG 18H

Čtvrtletí	Pojistné	Leasing	Náklady na opravu	Přímý materiál	Přímé mzdy	Náklady na provoz	Ostatní provozní náklady	Nepřímé náklady	Náklady na provoz	Celkové náklady
IV.2005	66 100,00	1 262 358,73	139 120,70	6 150 000,00	561 000,00	228 626,25	764 215,00	549 874,00	8 458 935,95	9 721 294,68
I.2006	66 100,00	1 262 358,74	47 965,00	6 124 000,00	561 000,00	194 702,00	870 546,00	648 795,00	8 513 108,00	9 775 466,74
II.2006	66 100,00	1 262 358,73	64 166,50	6 425 000,00	561 000,00	239 780,00	820 348,00	1 448 795,00	9 625 189,50	10 887 548,23
III.2006	66 100,00	1 262 358,72	19 333,10	7 489 000,00	561 000,00	216 925,80	749 856,00	879 486,00	9 981 700,90	11 244 059,62
IV.2006	66 100,00	1 262 358,75	400 408,03	6 485 000,00	561 000,00	209 671,20	784 139,00	478 912,00	8 985 230,23	10 247 588,98
I.2007	66 100,00	1 262 358,72	194 068,67	6 164 000,00	561 000,00	230 242,60	787 961,00	436 987,00	8 440 359,27	9 702 717,99
II.2007	66 100,00	1 262 358,73	90 928,90	6 487 100,00	561 000,00	218 643,20	849 785,00	689 512,00	8 963 069,10	10 225 427,83
III.2007	66 100,00	1 262 358,73	622 909,50	6 678 000,00	561 000,00	210 498,30	874 981,00	879 451,00	9 892 939,80	11 155 298,53
IV.2007	66 100,00	1 262 358,73	637 848,00	6 518 000,00	561 000,00	226 819,50	897 645,00	948 752,00	9 856 164,50	11 118 523,23
I.2008	66 100,00	1 262 358,74	823 958,00	6 674 000,00	561 000,00	233 518,60	817 648,00	1 054 873,00	10 231 097,60	11 493 456,34
II.2008	66 100,00	1 262 358,73							10 807 584,00	11 807 584,00
III.2008	66 100,00	1 262 358,73							11 097 277,00	12 097 277,00
IV.2008	66 100,00	1 262 358,70							11 408 364,00	12 408 364,00
I.2009	66 100,00	1 262 358,74							11 740 845,00	12 740 845,00
II.2009	66 100,00	1 262 358,73							12 094 720,00	13 094 720,00
III.2009	66 100,00	1 262 358,73							12 469 989,00	13 469 989,00
IV.2009	66 100,00	0,00							12 866 652,00	13 866 652,00
I.2010	66 100,00	0,00							13 284 709,00	14 284 709,00
II.2010	66 100,00	0,00							13 724 160,00	14 724 160,00
III.2010	66 100,00	0,00							14 185 005,00	15 185 005,00
IV.2010	66 100,00	0,00							14 667 244,00	15 667 244,00
CELKEM	1 410 133,33	20 618 525,86	3 040 706,40						231 294 343,85	254 917 931,13

Zdroj: vlastní práce

Příloha 3: Náklady stroje BAUER BG 40V

Čtvrtletí	Pojistné	Leasing	Náklady na opravu	Přímý materiál	Přímé mzdy	Náklady na provoz	Ostatní provozní náklady	Nepřímé náklady	Náklady na opravu	Celkové náklady
IV.2005	126 433,00	1 517 587,31	34 936,00	7 451 200,00	561 000,00	267 948,00	648 795,00	764 852,00	9 855 164,00	11 372 751,31
I.2006	126 433,00	1 517 587,31	13 110,00	6 645 100,00	561 000,00	298 645,00	978 456,00	975 421,00	9 598 165,00	11 115 752,31
II.2006	126 433,00	1 517 587,31	13 639,41	7 746 000,00	561 000,00	315 460,00	846 528,00	468 512,00	10 077 572,41	11 595 159,72
III.2006	126 433,00	1 517 587,31	86 198,65	7 794 000,00	561 000,00	297 845,00	745 869,00	1 025 468,00	10 636 813,65	12 154 400,96
IV.2006	126 433,00	1 517 587,31	337 874,66	7 134 500,00	561 000,00	302 497,00	784 569,00	974 582,00	10 221 455,66	11 739 042,97
I.2007	126 433,00	1 517 587,31	382 755,99	7 675 000,00	561 000,00	246 751,00	649 872,00	864 592,00	10 506 403,99	12 023 991,30
II.2007	126 433,00	1 517 587,31	846 151,02	6 984 000,00	561 000,00	315 482,00	984 352,00	946 822,00	10 764 240,02	12 281 827,33
III.2007	126 433,00	1 517 587,31	498 428,12	6 625 000,00	561 000,00	546 751,00	813 462,00	900 135,00	10 071 209,12	11 588 796,43
IV.2007	126 433,00	1 517 587,31	635 960,10	7 505 400,00	561 000,00	315 784,00	798 456,00	894 000,00	10 837 033,10	12 354 620,41
I.2008	126 433,00	1 517 587,31	716 733,00	7 415 000,00	561 000,00	297 846,00	801 200,00	874 692,00	10 792 904,00	12 310 491,31
II.2008	126 433,00	1 517 587,31							12 683 138,00	13 700 725,31
III.2008	126 433,00	1 517 587,31							12 790 696,00	13 808 283,31
IV.2008	126 433,00	1 517 587,31							12 898 254,00	13 915 841,31
I.2009	126 433,00	1 517 587,31							13 005 812,00	14 023 399,31
II.2009	126 433,00	1 517 587,31							13 113 370,00	14 130 957,31
III.2009	126 433,00	1 517 587,31							13 220 928,00	14 238 515,31
IV.2009	126 433,00	1 517 587,31							13 328 486,00	14 346 073,31
I.2010	126 433,00	1 517 587,31							13 436 044,00	14 453 631,31
II.2010	126 433,00	1 517 587,31							13 543 602,00	14 561 189,31
III.2010	126 433,00	1 517 587,31							13 651 160,00	14 668 747,31
IV.2010	126 433,00	1 517 587,31							13 758 718,00	14 776 305,31
I.2011	126 433,00	1 517 587,31							13 866 276,00	14 883 863,31
II.2011	126 433,00	1 517 587,31							13 973 834,00	14 991 421,31
III.2011	126 433,00	1 224 719,58							14 081 392,00	14 806 111,58

IV.2011	126 433,00	0,00								14 688 950,00	14 188 950,00
I.2012	126 433,00	0,00								14 796 508,00	14 296 508,00
II.2012	126 433,00	0,00								14 904 066,00	14 404 066,00
III.2012	126 433,00	0,00								15 011 624,00	14 511 624,00
IV.2012	126 433,00	0,00								15 119 182,00	14 619 182,00
CELKEM	2 528 660,00	30 351 746,20	3 565 786,95							235 032 450,95	260 384 197,15

Zdroj: vlastní práce